

Fenntarthatóság és a kínai elektromos autómárkák percepciója Magyarországon – Gépi tanulási mód- szerek alkalmazása

**Benics Kálmán^a, Béla-Csovcsics Andrea^a, Táskai Ottilia^b,
Vereckei-Poór Bence^c**

^a Szegedi Tudományegyetem, ^b Eötvös Loránd Tudományegyetem, ^c Pécsi Tudományegyetem

DOI: 10.15170/MM.2024.58.KSZ.01.01

A TANULMÁNY CÉLJA

A közlekedés és azon belül is a közúti közlekedés jelentős mértékben hozzájárul a károsanyag-kibocsátáshoz, ezért a mobilitás széles körben kutatott, aktuális téma. Jelenleg úgy tűnik, hogy a legkisebb károsanyag-kibocsátás a mobilitás elektrifikációjával érhető el. A kínai autógyártók jelentős lépéselőnybe kerültek az elektromos hajtásláncok fejlesztése terén, termékeik Európában – és azon belül Magyarországon is – kezdenek népszerűvé válni. A tanulmány célja, hogy bemutassa, a magyar fogyasztó mennyire ismeri az itthon is elérhető és megvásárolható kínai márkajelzéssel ellátott autótípusokat, mennyire szimpatizál velük, illetve, hogy olyan modelleket alkosson, melyek segítségével a feltett kérdések alapján hatékonyan becsülhetők, hogy a fogyasztók milyen mértékben lennének hajlandók ilyen autót vásárolni.

ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN

A tanulmány egy 310 főt – önkényes mintavételi módszer alkalmazásával – elérő, online kérdőív adatait elemzi, illetve gépi tanulási módszerek alkalmazásával igyekszik feltárni a magyarországi fogyasztók kínai elektromos autót gyártó márkákról alkotott véleményét, illetve előre jelezni vásárlási hajlandóságát. A tanulmány programozott módszereket, SPSS, Matlab szoftvereket alkalmaz az elemzéshez.

LEGFONTOSABB EREDMÉNYEK

A minta nagy része érdeklődik az autózás iránt, de az elektromos autózás irányába történő erőteljes érdeklődés csupán 22%-nál tapasztalható. A megkérdezettek érdeklődést mutatnak a kínai autót gyártó márkák felé, a 6 vizsgált márká (BYD, MG, Dongfeng, Lync&Co, GW, Skywell) közül a felmérés készítésekor a BYD és az MG azok, amelyeket a megkérdezettek inkább ismernek, ezáltal a márkáról alkotott attitűd és vásárlási hajlandóság is ezen márkák irányába az erősebb. Míg az MG esetében közepes értéket mértünk a vásárlási hajlandóságra vonatkozóan, a BYD márkánál enyhén pozitív értékeket is látunk. A tanulmány szerzői számos gépi tanulási algoritmust alkottak, melyek nagy pontossággal prediktálják akár az egyes márkák iránti szimpátiát, akár pedig a vásárlási hajlandóságot.

GYAKORLATI JAVASLATOK

A tanulmány az elektromos autót gyártó kínai vállalatok ismertségét és ezen termékek iránti vásárlási hajlandóságot vizsgálja, és habár úgy tűnik, hogy az ilyen irányú fogyasztói magatartásváltozás – hazánkban legalábbis – még várat magára, javasoljuk a magyar autóipari szereplőknek, hogy vegyék figyelembe a környezetvédelmi szempontokat portfóliójuk kialakításakor és üzletpolitikájuk tervezésekor, akár védekezni szeretnének a távol-keleti új piaci szereplőkkel szemben, akár támogatni őket. Ez a szemléletmód szélesítheti a hazánkban elérhető elektromos autómárkák palettáját, ami változást hozhat az elektromos autók számának növekedésében.

Kulcsszavak: fenntarthatóság, elektromos autó, kínai autómárkák, gépi tanulási módszer

BEVEZETÉS INTRODUCTION

A 21. század felgyorsult élettempója mellett nehéz lenne elképzelni az életünket autó nélkül. Feladataink megkövetelik, hogy minél gyorsabban jusunk el egyik helyről a másikra, ami miatt egyre emelkedik az autóhasználat. A több, mint 4 millió személygépjármű (KSH 2024) nem csak a magyar utakat, hanem hazánk városainak levegőjét is fokozottan terheli. Az Európai Unió szén-dioxid kibocsátásának negyede a közlekedésből származik, ez az egyetlen ágazat, ahol az üvegházhatású gázok kibocsátása nőtt az elmúlt 30 évben (EP 2023). Mindemellett a városok utcaképe is teljesen megváltozott, a történelmi belvárosi utcákat parkolóházak "színesítik", és a korábbi zöldterületeken is egyre több parkolót hoznak létre (Kent & Dowling 2016). A növekedés és a fenntarthatóság két egymásnak ellentmondó trend. Ez pedig felveti a kérdést, miképpen válhat a közlekedés fenntarthatóvá egy olyan világban, ahol a birtoklásvágy és a hedonizmus a kultúra részét képezi?

A környezetre gyakorolt hatásokkal kapcsolatos erősödő aggodalom miatt egyre égetőbbé válik a környezetkímélő közlekedés, és a környezetbarát alternatív módszerek adaptálása (Jansson *et al.* 2017). Az elektromos autó olyan technológia, amely a belső égésű motor ikeretes alternatíváját jelenti, és a fenntartható mobilitás megvalósíthatóvá válik általa. A közlekedés fenntarthatóvá tétele a további fejlődés alappillére, amely során az emberek mobilitási igényei biztonságosan és környezetkímélő módon kerülnek kielégítésre, valamint a fosszilis energiaforrások helyett alternatív energiák kerülnek előtérbe, csökkentve a károsanyag-kibocsátást (Chirieleison *et al.* 2020). A probléma azonban rendkívül komplex, egy fenntartható közlekedési ökoszisztéma megvalósítása számos szereplő összehangolt munkáját igényli, kezdve a jogalkotótól, az energiapolitikai döntéshozókon át, a kutatás-fejlesztéssel foglalkozó iparági szereplők mellett egészen a fogyasztóig (Ambrose *et al.* 2017).

Az elektromos járművek eladásai 2017 óta megugrottak, 2020-ban pedig megháromszorozódtak (EP 2023). A nagy autómárkák mind kifejlesztették a saját elektromos kínálatukat, de az európai piacokra újonnan belépő kínai autómárkák miatt átrendeződés várható. A kínai autóipar mellett, hogy egyre kompetensebb típusokkal tör be az európai piacra, kommunikációjuk és marketingstratégiájuk – például a 2024-es németországi Labdarúgó-Európa-bajnokság fő partnereként – is megfelel annak a törekvésnek, hogy széles rétegeket érjenek el Euró-

pában, kihívás elé állítva ezzel az európai autóipart (Domokos 2024).

Kutatásunk célja, a kínai elektromos autók magyarországi megítélésének és elfogadási hajlandóságának vizsgálata, mely téma a hazai szakirodalomban mélységében kevésbé kutatott terület. Arra kerestük a választ, hogy melyek azok a tényezők, melyek leginkább meghatározzák, befolyásolják a fogyasztók márkaezérékelését, illetve vásárlási hajlandóságát a számukra egyelőre nem, vagy csak kevésbé ismert márkák iránt.

ELEKTROMOS AUTÓZÁS ÉS KÍNAI E-AUTÓK ELECTRIC CARS AND CHINESE E-CAR BRANDS

Alapvetően két módon csökkenthető a járművek szén-dioxid-kibocsátása. Ennek egyik lehetősége, hogy hatékonyabbá tesszük a gépjárműveket, vagy az üzemenyagon változtatunk (EP 2023). Az egész világon, kiváltképpen az Európai Unióban megannyi kezdeményezés van arra vonatkozóan, hogy miként lehetne a közlekedést tisztábbá tenni (Tutak *et al.* 2021). Kötelezték például az autógyártókat a hagyományostól eltérő, alternatív meghajtásmód kifejlesztésére. Az autóipar eleinte a hibrid meghajtást gondolta ésszerűnek – a hagyományos robbanómotor mellett egy elektromotor is működik az autóban – így városi használat közben az autó képes benzines vagy dízel üzemű motorhajtás helyett elektromosan, károsanyag-kibocsátás nélkül közlekedni. Mindemellett, hogy ez a technika a mai napig működik, és folyamatosan fejlesztik, eljutottunk a ma ismert legtisztább közlekedési módhoz, a tisztán elektromosan működő járművekhez. Ezek olyan közlekedési eszközök, amelyekbe nem szerelnek klasszikus értelemben vett motort, a motorháztető alatt egy, vagy több villanymotor dolgozik az autó meghajtásán, az ehhez szükséges energiát pedig nem az üzemenyagtartály tartalma, hanem az autó aljában elhelyezett akkumulátorcsomagban tárolt energia szolgáltatja (Xing *et al.* 2021).

Az elektromos autók a hagyományos autókhoz képest sokkal környezettudatosabbak, egyszerűbbek, csendesebbek, dinamikusabbak, és a fenntartási költségük is jóval alacsonyabb (Scorrano *et al.* 2020). Mindeközben rengeteg vád éri az elektromos járműveket, például, hogy mennyi kilométert képesek megtenni élettartamuk során; vagy az akkumulátorcsomag degradációja után hogyan kerül újrahasznosításra a régi energiaforrás (Castelvecchi 2021). Másik probléma, hogy túl kicsi hatótávot képesek megtenni, így jelenleg nem tudják helyettesíteni a

belsőégésű motorral szerelt autót (Deuten *et al.* 2020). A ma piacon kapható legmodernebb villanyautók sem képesek 400 kilométernél nagyobb hatótávra, amely körülbelül fele a hagyományos autók hatósugarának. A "tankolás" is időigényes, a hagyományos autó néhány perces üzemanyagtankolásához képest, az e-autó feltöltése típustól, technikától függően akár több óra is lehet (Philipsen *et al.* 2018). Emellett drágák, ami további gátja az elterjedésnek (Vilchez *et al.* 2019). 2024. áprilisában 55 256 db tisztán elektromos autót regisztráltak Magyarországon (Szűcs 2024), ez a teljes hazai személygépjármű állomány 1,3 százaléka. Világszerte, a 2023-as évet tekintve összesen 14 millió elektromos autót vásároltak, ami 3,5 millióval több, mint az azt megelőző évben. Az e-autók legnagyobb piaca Kína, öt követi Európa, majd az USA (IEA 2024). Amennyiben a villanyautók számosságáról beszélünk, érdemes megemlíteni Norvégiát, ahol az állami támogatásoknak, illetve a szigorú adórendszernek köszönhetően mára már a teljes gépjárműállomány 25 százaléka elektromos meghajtású (Adomaitis 2024). Az e-autók használatához természetesen elengedhetetlen a megfelelő számú töltőállomás is, azonban ezek mennyisége lassan növekszik, hazánkban jóval kisebb mértékben, mint maguk az elektromos autók (E-cars 2023). Ez okozhat némi fejfájást, ezért villanyautó vásárláskor gyakran mérlegelik az otthoni töltés lehetőségét (Lee *et al.* 2020). Az elektromos autó sokaknak szimpatikus megoldás, hiszen hozzájárulnak a zaj, és légszennyezés csökkentéséhez, de még többen vannak, akik fenntartásokkal kezelik ezt az alternatívát.

Míg korábban csak néhány márk portfóliójában volt jelen hibrid vagy tisztán elektromosan működő autó, ma már nehéz olyan szereplőt találni, aki ne nyújtana valamilyen hibrid vagy teljesen elektromos megoldást a vásárlóknak (Musonera & Cagle 2019). Az elektromos autók megjelenésével felbukkantak olyan márkák is a piacon, amelyek korábban nem voltak jelen. Az elmúlt években számos ismert tech cég (például az Apple, Huawei, Sony) jelentette be, hogy elektromos autó fejlesztésén dolgozik és számos, Európában ismeretlen ázsiai cég kezdett bele hasonló fejlesztésekbe. Míg az ismert cégek prototípusaiból nem lett termék, addig a kínai elektromos autók behálózták a Távol-Keletet. Bár a kínai termékek országeredet imázsa kedvezőtlen volt (Jo *et al.* 2003), egyre több, távol-keleti műszaki terméknek van sikere világszerte, például a Toyotának (Statista 2024), a Hyundainak (Shin 2024) vagy a Huaweiének (Lin 2022). Míg korábban elképzelhetetlen lett volna kínai gyártású autót vásárolni, addig mára a kínai autóipar egyre fejlettebbé és kifinomultabbá vált, elfogadható ár-érték arányt képviselve. Kedvező

áraik mellett minőségben, és a felhasznált alkatrészekben is vetekszenek az európai konkurenciával, növekvő szervizhálózattal és csalogató dizájnnal terjeszkednek az európai, és azon belül a magyarországi piacon egyaránt (Hertzke *et al.* 2017).

Magyarországon az új- és a használtautó piacon is egyre növekvő számban jelennek meg a kínai elektromos autók (Portfolio 2023), azonban ezen autómárkák megítélése kérdéses vagy ellentmondásos. Kutatásunk arra igyekszik választ adni, hogy ebben a bevezetési szakaszban a lakosság mennyire ismeri a Magyarországon is elérhető kínai elektromos autót, mennyire tartja szimpatikusnak egy-egy reklámspot láttán ezeket a márkákat, és mekkora hajlandóságot mutat ilyen autók megvásárlására.

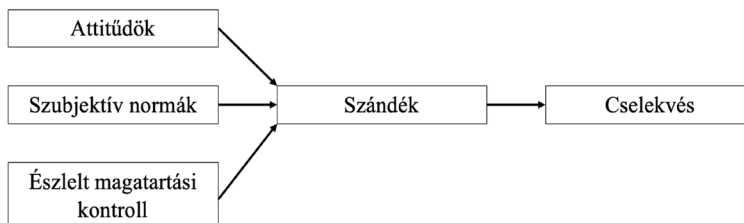
ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN METHODOLOGY

A kutatási kérdés megválaszolásához longitudinális kutatást tervezünk a piaci változások nyomon követése érdekében. Jelen tanulmányban a kutatás első fázisát mutatjuk be. Kvantitatív kutatásunkban online kérdőíves megkérdezést végeztünk önkényes mintavételi módszer alkalmazásával. Kutatásunk célcsoportja a potenciális autóvásárlók, érdeklődésünk középpontjában a vásárlási döntési folyamat áll. A vásárlási döntés egyrészt racionális mérlegelési folyamat: az adott termékek műszaki specifikációja, ára, a használat költsége mennyire felel meg az igényeknek; másrészt nehezebben mérhető pszichográfiai tényezők is szerepet játszanak, amelyeket mind szeretnénk volna mérni kérdőívünkkel (Gehlert *et al.* 2013).

A kutatás elméleti keretrendszerét a Theory of Planned Behavior (Ajzen 1991) modell alapján állítottuk össze (1. ábra). A modell a viselkedési szándékot három összetevőre bontja: attitűdre, szubjektív normára és észlelt viselkedési kontrollra, amelyet a kínai elektromos autók vásárlási szándékának vizsgálatára adaptáltuk. A kérdőív a következő témaegységeket tartalmazza: autóhasználati szokások, elektromos autózás megítélése, elektromos autók iránti érdeklődés és tudás (Theben *et al.* 2020), országeredet-hatás, fenntarthatósági attitűd módosított skálája (Tanwir & Hamzah 2020), társadalmi hatás, kínai elektromos autók megítélése és vásárlási szándéka. Az országeredet-hatás mérése saját kérdéseket konstruáltunk, a kínai autómárkák megítélésének vizsgálatához YouTube spotokat helyeztünk el a kérdőívben a használtautó.hu weboldalon 2024 márciusában elérhető kínai elektromos márkákból.

1. ábra: Theory of Planned Behavior alapmodell.

Figure 1. Theory of Planned Behavior model.



Forrás: saját szerkesztés Ajzen (1991) alapján

A megkérdezés önkényes mintavételi módszer alkalmazásával saját kapcsolati hálóban, valamint autózással és környezetvédelemmel foglalkozó közösségi média csoportokban történt. Az adatfelvétel 2024. április 6-tól 1 hónapig zajlott és 310 kitöltést eredményezett. Az adatok elemzéséhez programozott módszereket, SPSS, Matlab szoftvereket alkalmaztunk.

EREDMÉNYEK RESULTS

A primer adatgyűjtést követően $n=310$ számosságú minta információit elemeztük. Egy-egy ismérv szerinti bemutatására módszertanként leíró statisztikai eszközöket használtunk, illetve elemeztük a közöttük lévő kapcsolatokat, valamint végeztünk faktorelemzést, és alkottunk gépi tanuló algoritmusokat használó matematikai modelleket is, amelyek segítségével a független változóink alapján hatékonyan prediktálhatók a kínai e-autó márkákkal kapcsolatos aspektusok, úgymint a szimpátia, illetve vásárlási hajlandóság.

Annak ellenére, hogy – a téma sajátossága miatt – a válaszadók között jelentősen felülreprezentáltak voltak a férfiak (70%), szociológiai, demográfiai értelemben elfogadható mértékben homogén minta rajzolódott ki. Autózási szokásokkal, autóvásárlási preferenciákkal, márkaérzékeléseikkel kapcsolatban ugyanakkor már megfigyelhetők voltak markánsabb tendenciák az adathalmazban. Az összeállított kérdéssort kitöltők között a legfiatalabb 17 éves volt, míg a legidősebb 75, a minta átlagéletkora pedig 36.94 év volt ($STD=12.37$). Lakóhelyüket tekintve, mintegy 59,4%-uk él nagyvárosban (28,8% a fővárosban, 31,6% megyeszékhelyen vagy megyei jogú városokban), 39,6% pedig kisebb településeken. A legmagasabb iskolai végzettség szerint kissé felülreprezentáltak voltak a diplomával rendelkezők (58,8%), holott a magyar társadalomnak csupán 30%-a felsőfokú

végzettségű. A megkérdezettek 23%-a átlagos, nettó 435 900 forint (KSH 2023) körüli jövedelemmel rendelkezik, 20,8%-a ezt jelentősen (legalább 50%-kal) meghaladó, 24,9% pedig enyhén meghaladó jövedelemmel rendelkezik. A kitöltők 31,3%-a átlag alatti kereső.

Az autóhasználati szokásokkal, járművásárlási preferenciákkal kapcsolatos első kérdéscsoport a megkérdezettek autózással kapcsolatos érdeklődéséről, tájékozottságáról gyűjtött – általában 5 fokozatú Likert-skála segítségével – adatokat. Ebből megtudhattuk, hogy legtöbbjüknek az autóvásárlás, illetve az autózás is központi kérdés, nagyon fontos téma. Az előbbi kérdésre (az autóvásárlás fontos döntés-e) adott válaszokat leíró változó eloszlásának – negatív, balra – ferdesége $-1,689$. A vizsgálat alanyainak többsége (62,5%-a) nagyon érdeklődik (4-5) az autózás iránt, ugyanakkor csupán 22% válaszolt ugyanígy az elektromos autókkal kapcsolatban. Ez utóbbi tendencia általánosságban is megfigyelhető a kérdéscsoport elektromos autózásról szóló kérdéseinél. Az ezeket leíró változók rendre egymásra rimelő – jobbra ferde – eloszlásokat követnek, azaz a mintánkban többségben voltak azok a válaszadók, akik alacsony – 5-ös Likert-skálán mérve 1-es, vagy 2-es mértékű – érdeklődést mutatnak az elektromos autózás irányába, kiterjedt ismeretekkel rendelkeznek róla, hisznek benne, vagy pedig gondolják, hogy számukra reális és ésszerű alternatíva. Ez annak tükrében talán némiképp érdekes, hogy a válaszadók túlnyomó többsége (88,1%-a) legalább hetente többször, és 71,6%-a többnyire egy adott napon csak rövidebb – maximum 50 km-es – távokat autózik. Náluk, mindezek ellenére sem figyelhető meg az a jelenség, hogy akik jellemzően rövid távú, városi közlekedésre használnak autót, nagyobb érdeklődést mutatnak az elektromos autózás iránt.

Normális eloszlást mutat az a változó, amely az állami ösztönzések hatékonyságáról alkotott véleményt írja le, ugyanakkor a mintában többen vannak azok, akik szerint a szociális hálójukban élők

ösztönző szerepe alacsony, illetve azok, akik szerint a média szerepe viszont magas. A válaszadók 30%-a több, mint 1000, de kevesebb, mint 10000 km-t vezet évente, 38%-a 10000-30000 km-t, 19%-a pedig 30000-65000 km-t. A szélsőséges értékek – 65000 km-nél többet, illetve 1000 km-nél kevesebbet autózók – csak a minta összesen 14%-át tették ki. Ezt is egészséges eloszlásnak értékeltünk. A vizsgálatba bevont alanyok 76,7%-a belsőégésű motorral hajtott autóval, 17,7%-a hibrid üzemű, 11,5%-a elektromos autóval közlekedik.

Normál eloszlást követnek a környezettel és a fenntarthatósággal kapcsolatos ismereteket, a tudást felmérő kérdésekre adott válaszok alapján túlnyomó többségben vannak azok, akik erős aggodalommal gondolkodnak a világ ökológiai állapotáról, sorsáról. Ugyanakkor úgy tűnik mindez egyelőre az életmódjukra csak korlátozottan képződik le, azt fontolóra sem veszik, hogy emiatt kevesebbszer üljenek autóbá, vagy hogy keressék a lehetőséget elektromos járművekre történő áttérésre. Utóbbi annak tükrében nem meglepő, hogy a válaszadók 61,9%-a gondolja úgy, hogy nem engedhetné meg magának az elektromos autó vásárlását, 62,6% azzal sem ért egyet, hogy az e-autók egyáltalán fenntarthatóbb megoldást kínálnak a hagyományos robbanómotoros társaiknál.

Megkértük az alanyokat, hogy rendezzék sorba fejlettségi szint szerint az amerikai, az európai, a távol-keleti és a kínai autópárt. A hagyományos autógyártásnál az európai autópár került az első helyre, megelőzve az amerikai, a távol-keleti és a kínai szereplőket, azonban az elektromos autógyártásnál a legfejlettebbnek a kínai autópárt ítélték. A kínai műszaki termékek minőségének, technikai fejlettségének, megbízhatóságának, tartósságának, designjának, trendiségének, ár-érték arányának, illetve szervizelhetőségének megítélését 7 fokozatú Likert-skálán mértük. Ezen valószínűségi változók eloszlása nemhogy normális, hanem többnyire már enyhén balra ferde eloszlásokat mutat, azaz nem csupán arról van szó, hogy eltolódás rajzolódik ki a kínai ipar megítélését a 1990-es, 2000-es években jellemző negatív sztereotípiák felől, hanem mostanra kijelenthetjük: a magyar fogyasztók közül egyre többen érzékelik fejlettnak, esztétikusnak, trendinek a kínai műszaki termékeket. Fontos rámutatni, hogy – bár a tendencia már megfigyelhető – mindez egyelőre még egy árnyalattal enyhébbben transzformálódik szimpátiává és vásárlási hajlandósággá a kínai elektromos autókánál.

Kérdőívünk végén szimpátiára, tájékozottságra és vásárlási hajlandóságra kérdeztünk rá öt Magyarországon is elérhető kínai e-autó márká esetében, melyek a BYD, MG, Dongfeng, Lync&Co,

GWM és Skywell voltak. Az utóbbi három brand-el kapcsolatban a válaszadók többnyire kevésbé tartják magukat tájékozottnak, és ennek megfelelően egyelőre még inkább alacsonyabb szimpátiáról és vásárlási készségről számoltak be, az első két márká esetében ugyanakkor már legalábbis közepes, vagy – a BYD esetében – akár enyhén pozitív értékeket is mértünk.

A további elemzések azt mutatták, hogy az adatszettben nem kevés változópár van, melyek közt megfigyelhetők erősebb asszociációs, vagy rangkorrelációs kapcsolatok, azonban ezek között többnyire csak olyanokat találtunk, mint hogy a szimpátia, a tájékozottság, vagy a kínai műszaki termékek megítélése szorosabb összefüggést mutat például a vásárlási hajlandósággal, olyanokat, amiket igazán meglepőnek találtunk volna, kevésbé.

Mivel a kérdőíves megkérdezésnek köszönhetően némiképp aránytalan adatszettben kellett elemzéseket végrehajtani, célszerű volt valamilyen dimenzió-csökkentési eljárásban gondolkodnunk, melyre faktoranalízis, és azon belül is főkomponens-elemzés tűnt a legkézenfekvőbb megoldásnak. A vizsgálatba 56 változót vontunk be. Az erős páronkénti korrelációs kapcsolatok alapján is látszott, hogy az adathalmazon érdemes faktorelemzést végezni, és ezt a számított .853-as KMO mérték is igazolta. Sajátérték-kritérium alapján 11 főkomponenst hoztunk létre, melyekkel hatékony dimenzió-redukciót hajthattunk végre, gyakorlati értelemben is jól használható változókat kaptunk, amik együttesen szinte minden eredeti változó variánciáját magas (átlagosan > .7048) mértékben, a teljes ismérv-készlet variánciáját pedig kumuláltan 70%-ban képesek magyarázni. Ezek a mesterséges változók jól rimeltek a teoretikus modellünkre, szépen reprezentálták az abban felvázolt tényezőcsoportjainknak és jól használható bemenet képezhettek a gépi tanuló algoritmusokra épített prediktív modelljeinknek. Mivel a potenciális független változóinkat – főként az egyes vásárlási hajlandóság változókat – is Likert-skálán mértük, elsősorban osztályozási feladatként tekintettünk a problémára, bár az egyes márkák értékeinek átlagolásával kapott folytonos változókra alkottunk regressziós modelleket is, melyek igazatosan alacsony hibákkal működtek, és melyek finomítása szintén érdemes, és érdekes jövőbeni feladat lehet.

A munkánk ezen szakaszának első fázisa különböző gépi tanuló modellek tesztelésével telt, melyben a fā alapú algoritmusokra épített modellek tūntek a legígéretesebb irányoknak, így végūl ezek mellett tettük le a voksunkat. Mā ezen tesztelési folyamat sorān is – űgyan űvatosan, mēgis – folyamatosan cserēlgettük mind a független, mind pedig a függő

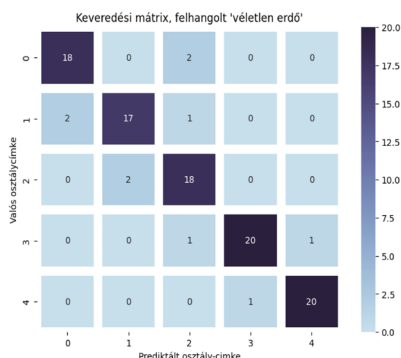
változóinkat is, ám általánosságban kijelenthető, hogy többnyire valamelyik mért márka – általában a BYD – vásárlási hajlandóságát használtuk. Mindezek eredményeképp egyre inkább az kezdett kirajzolódni, hogy ha a megkérdezés (a kínai e-autókra és az egyes márkákra vonatkozó vásárlási hajlandóságokat kivéve) összes mért változóját használjuk prediktorként, akkor a legpontosabb modellek úgy építhetők, ha független változónak pedig a „szívesen vásárolna-e kínai e-autót” kérdésre adott és várt válaszokat jelöljük ki. Utóbbira már ebben a szakaszban is 70% feletti pontossági modellek voltak összeállíthatók. Ezek a modellek a hat márka vásárlási hajlandóságát 44-68% pontossággal voltak képesek prediktálni. A legmagasabb érték a BYD-t, a legalacsonyabb pedig az MG-t becsülő modellé volt. Ugyan az már ekkor látszott, hogy a kínai elektromos autókra vonatkozó vásárlási hajlandóság a kérdéssorunkra kapott válaszokra épített matematikai modellekkel nagy precizitással lesz elválasztható. Sőt, egy 5-ös Likert-skálán mért változó osztályozása esetén a 68%-os (BYD vásárlási hajlandóság) pontosság is ígéretesnek értékelhető, ugyanakkor kutatásunk során törekedtünk egyrészt arra, hogy maximalizáljuk az alkotott modelljeink pontosságát, másrészt arra is, hogy gyakorlati marketing szempontból is a leghasznosabb eredményeket tudjuk kinyerni a rendelkezésünkre álló adatszettből. Ezért mindenképp szerettünk volna olyan modelleket is építeni melyek nem csupán a fogyasztók egyes márkákra vonatkozó vásárlási hajlandóságát, de a szimpátiáját leíró válaszait sem veszik figyelembe bemeneteiként.

Az eredményesség javítását egyrészt az adatszett osztálycímkék szerinti átsúlyozásával, másrészt pedig az addig legjobban teljesítő modelljeink finomhangolásával értük el. Ezzel az adathalmaz konfigurációval (azaz a vásárlási hajlandóságok kivételével minden mért ismérvünkkel használva bemenő változókként) leghatékonyabbnak végül egy XGBoost algoritmusra épülő modell bizonyult, mely az 5-ös Likert-skálás kimenő változó értékét – 100 futás átlagát számítva – 79,3%-os pontossággal tudta előre jelezni. A modell – a tanuló halmaz egy-egy szerencsésebb vágását követően – futott akár 81% feletti pontossággal is, ekkor az F1-score értékei az egyes osztályokra vonatkozóan 64%, 73%, 72%, 92%, 99%, szenzitivitása 61%, 73%, 68%, 100%, 100%, míg precision értékei rendre 67%, 73%, 78%, 86%, 97%. Azaz összességében is egy jól teljesítő, hatékonyan használható modellt kaptunk, aminél az is megfigyelhető, hogy a pozitív vásárlási szándékot prognosztizálja a legpontosabban.

A modell ismérv-fontossági sorrendjében az egyes kínai e-autó márkák iránti szimpátiát leíró változók, a kínai műszaki termékek megítélése, illetve azok kedvező áráról alkotott vélemény, az e-autózás megítélése, az arról való tájékozottság, vagy a végzettség szerepeltek a lista elején. Ezt követően, megpróbálkoztunk modelleket építeni a 11 főkomponensünkből, illetve a faktorelemzésbe be nem vont változókból (41 ismérvből) álló adathalmazra, mely függő változójának szintén a „szívesen vásárolna-e kínai e-autót” kérdést használtuk. A legeredményesebbnek ezúttal egy felparaméterezett "véletlen erdő" (2. ábra) bizonyult, mely átlagosan 86,3%-os pontossággal működött.

2. ábra: Keveredési mátrix, felhangolt random forest.

Figure 2. Mixing matrix, tuned random forest.



Forrás: saját szerkesztés

Legeredményesebb futása során az 5 osztályra vonatkozó szenzitivitása 90%, 81%, 90%, 91%, 95%, precision értékei 90%, 87%, 86%, 93%, 95% voltak, azaz ez a modell kiegyensúlyozottabban, pontosan teljesített, nagyon alacsony hibával dolgozott mind az 5 osztály esetében. Ebben a modellben a kínai autók kedvező áráról formált álláspont volt a legfontosabb ismérv, ennek fontossági értéke 0.122 volt, ezt követte a kínai e-autó márkák iránti szimpátiát leíró főkomponens (0.105), illetve a megkérdezettek arról véleménye, hogy kínaiak élen járnak-e az elektromos autók gyártása terén (0.079505), majd ezt követte a többi főkomponens.

Ezek után eltávolítottuk a függő változók közül az egyes márkákkal kapcsolatos szimpátiák varianciáját tömörítő főkomponenst is. Az erre (és szintén a „szívesen vásárolna-e kínai e-autót” kérdésre) épített leghatékonyabb modell szintén egy XGBoost modell volt, melynek 100-as átlaga 81,36% volt. Az összesen 40 bemenő feature-ből, amelyekkel dolgozott, a kínai e-autók árának kedvező megítélését leíró változót vette figyelembe a legnagyobb súllyal (ennek fontossági értéke 0,088 volt). Ezt követően a főkomponensek következtek a listában, melyek közé ugyanakkor a 3. pozícióban beékelődött a „*kínai e-autó gyártás fejlettségéről alkotott vélemény*” jellemző ismérv is, ennek fontossági értéke 0,065 volt. Az egyes főkomponensek közül a „*kínai műszaki termékek megítélése*” (0,077), az „*az állam, a társadalom és a média ösztönző hatásai*” (0,062), vagy az „*e-autózással kapcsolatos attitűd*” szerepeltek a legfontosabb helyeken. Ez a modell is nagy biztonsággal prognosztizálta a 4-es és 5-ös osztályokat, de jól teljesített az alacsonyabb vásárlási hajlandóságot reprezentáló osztályok esetében is.

ÖSSZEFOGLALÁS SUMMARY

Kvantitatív kutatásunk során a kínai elektromos autók magyarországi megítélését és vásárlási hajlandóságát vizsgáltuk. Eredményeink szerint a kutatásban résztvevők többsége jelentős mértékben érdeklődik az autózás iránt, viszont az elektromos autókkal szembeni erőteljes érdeklődés a minta csupán 22%-ánál volt tapasztalható. A válaszadók jelentős hányadát foglalkoztatja a fenntarthatóság. A szakirodalom szerint, ha a fogyasztók pozitív attitűddel rendelkeznek a környezet megővése iránt, akkor a környezettudatosabb termékeket preferálják (Paul *et al.* 2016). Javasoljuk a magyar autóipari cégeknek, hogy vegyék figyelembe a környezetvédelmi szempontokat portfóliójuk kialakításakor és üzletpolitikájuk tervezésekor (Goh & Balaji 2016), noha úgy tűnik a közlekedés területén még várat magára az ilyen irányú fogyasztói magatartásváltozás.

Kutatásunkból kiderült, hogy a felmérésben részt vevők – amennyiben hagyományos, robbanómotoros autók gyártásáról kérdezzük őket – többsége még az európai autóipart tartja a legfejlettebbnek, viszont, ha elektromos autógyártásról van szó, a kínai autóipart sorolják az első helyre, amerikai, európai és egyéb távol-keleti gyártók elé helyezve azt. Egyértelműen pozitív tendencia figyelhető meg a kínai eredetű termékek kedveltségével kapcsolatban, szemben a korábbi negatív sztereotípiákkal (Sarwar *et al.* 2013).

További kutatási iránynak a felhasználói attitűdök monitorozását és jobb megértését jelöljük ki. A fogyasztók longitudinális vizsgálata releváns információkat adhat az alanyok percepciójának változásáról és az elektromos autó iránti vásárlási szándék változásáról, egyúttal képet kapunk a technológiai újítások elfogadásának folyamatáról is. A kutatáshoz összeállított változók mérésével olyan modellhez jutottunk, amelyek segítségével hatékonyan prediktálható a vásárlási szándék, sőt talán akár az egyes márkák iránt érzett szimpátia is. Utóbbit jelen tanulmány kereteiben nem volt alkalmunk megmutatni, viszont a téma relevanciája, aktualitása indokolja, hogy a jövőben további vizsgálatok alá vessük.

HIVATKOZÁSOK REFERENCES

- Ajzen, I. (1991), "The Theory of Planned Behavior", *Organizational Behavior and Human Decision Process*, 50(2), 179-211. [https://doi.org/10.1016/0749-5978\(91\)90020-T](https://doi.org/10.1016/0749-5978(91)90020-T)
- Ambrose, A. F., Al-Amin, A. Q., Rasiah, R., Saidur, R. and Amin, N. (2017), "Prospects for introducing hydrogen fuel cell vehicles in Malaysia", *International Journal of Hydrogen Energy*, 42(14), 9125-9134. <https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2016.05.122>
- Chirieleison, C., Montrone, A. and Scrucca, L. (2020), "Event Sustainability and Sustainable Transportation: a Positive Reciprocal Influence", *Journal of Sustainable Tourism*, 28(2), 240-262. <https://doi.org/10.1080/09669582.2019.1607361>
- Deuten, S., Vilchez, J. J. G. and Thiel, C. (2020), "Analysis and testing of electric car incentive scenarios in the Netherlands and Norway", *Technological Forecasting and Social Change*, 151(119847), 1-17. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2019.119847>
- Gehlert, T., Dziekan, K. and Gärling, T. (2013), "Psychology of sustainable travel behavior", *Transportation Research Part A: Policy and Practice*, 48(2), 19-24. <https://doi.org/10.1016/j.tra.2012.10.001>
- Goh, S. K. and Balaji, M. S. (2016), "Linking green skepticism to green purchase behavior", *Journal of Cleaner Production*, 131(10 September 2016), 629-638. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2016.04.122>
- Jansson, J., Pettersson, T., Mannberg, A., Brännlund, R. and Lindgren, U. (2017), "Adoption of Alternative Fuel Vehicles: Influence from Neighbors, Family, and Coworkers", *Transportation Research, Part D: Transportation and Environment*, 54(July 2017), 61-73. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2017.04.012>
- Jo, M. S., Nakamoto, K. and Nelson, J. E. (2003), "The shielding effects of brand image against lower quality countries-of-origin in global manufacturing", *Journal of Business Research*, 56(8), 637-646. [https://doi.org/10.1016/S0148-2963\(01\)00307-1](https://doi.org/10.1016/S0148-2963(01)00307-1)
- Kent, J. L. and Dowling, R. (2016), "Over 1000 Cars and No Garage": How Urban Planning Supports Car(Park) Sharing", *Urban Policy and Research*, 34(3), 256-268. <https://doi.org/10.1080/08111146.2015.1077806>
- Lee, J. H., Chakraborty, D., Hardman, S. J. and Tal, G. (2020), "Exploring electric vehicle charging patterns: Mixed usage of charging infrastructure", *Transportation Research Part D: Transport and Environment*, 79(102249), 1-13. <https://doi.org/10.1016/j.trd.2020.102249>
- Lin, H. (2022), "The Strategy for Huawei Going Global: Huawei's Initial Market Strategy for Entering the European Market", *2022 7th International Conference on Social Sciences and Economic Development (ICSSSED 2022)*. <https://doi.org/10.2991/aebmr.k.220405.057>
- Musonera, E. and Cagle, C. (2019), "Electric Car Brand Positioning in the Automotive Industry: Recommendations for Sustainable and Innovative Marketing Strategies", *Journal of Strategic Innovation and Sustainability*, 14(1), 120-133. <https://doi.org/10.33423/jsis.v14i1.991>
- Paul, J., Modi, A. and Patel, J. (2016), "Predicting green product consumption using theory of planned behavior and reasoned action", *Journal of Retailing and Consumer Services*, 29(March 2016), 123-134. <https://doi.org/10.1016/j.jretconser.2015.11.006>
- Philipsen, R., Brell, T., Brost, W., Eickels, T. and Zieffle, M. (2018), "Running on empty – Users' charging behavior of electric vehicles versus traditional refueling", *Transportation Research Part F: Traffic Psychology and Behaviour*, 59(Part A), 475-492. <https://doi.org/10.1016/j.trf.2018.09.024>
- Sarwar, A., Ferdous Azam, S. M., Haque, A., Sleman, G. and Nikhashemi, S. R. (2013), "Customer's Perception Towards Buying Chinese Products: An Empirical Investigation in Malaysia", *World Applied Sciences Journal*, 22(2), 152-160. <https://doi.org/10.5829/idosi.wasj.2013.22.02.371>
- Scorrano, M., Danielis, R. and Giansoldati, M. (2020), "Dissecting the total cost of ownership of fully electric cars in Italy: The impact of annual distance travelled, home charging and urban driving", *Research in Transportation Economics*, 80(100799), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.retrec.2019.100799>
- Tanwir, N. S. and Hamzah, M. H. (2020), "Predicting Purchase Intention of Hybrid Electric Vehicles: Evidence from an Emerging Economy", *World Electric Vehicle Journal*, 11(2), 35-54. <https://doi.org/10.3390/wevj11020035>
- Theben, A., Gerards, M. and Folkvord, F. (2020), "The Effect of Packaging Color and Health Claims on Product Attitude and Buying Intention", *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17(6), 1-11. <https://doi.org/10.3390/ijerph17061991>

- Tutak, M., Brodny, J. and Bindzár, P. (2021), "Assessing the Level of Energy and Climate Sustainability in the European Union Countries in the Context of the European Green Deal Strategy and Agenda 2030", *Energies*, 14(1767), 1-32. <https://doi.org/10.3390/en14061767>
- Vilchez, G. J. J., Smyth, A., Kelleher, L., Lu, H., Rohr, C., Harisson, G. and Thiel, C. (2019), "Electric Car Purchase Price as a Factor Determining Consumers' Choice and their Views on Incentives in Europe", *Sustainability*, 11(6357), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su11226357>
- Xing, J., Leard, B. and Li, S. (2021), "What does an electric vehicle replace?", *Journal of Environmental Economics and Management*, 107(1024329), 1-33. <https://doi.org/10.1016/j.jeem.2021.102432>
- Internetes források**
Online references
- Adomaitis, N. (2024), "EVs could overtake petrol cars in Norway by end-2024", Reuters, Elérhető: <https://www.reuters.com/business/autos-transportation/evs-could-overtake-petrol-cars-norway-by-end-2024-2024-04-02/> (Utolsó letöltés: 2024.06.25.)
- Castelvecchi, D. (2021), "Electric cars and batteries: how will the world produce enough?", *Nature*, Elérhető: <https://www.nature.com/articles/d41586-021-02222-1> (Utolsó letöltés: 2024.04.19.)
- Domokos, Z. (2024), "Hatalmas pofont kapott a Volkswagen: A BYD lesz az Európa-bajnokság hivatalos autója", VG, Elérhető: <https://www.vg.hu/nemzetkozi-gazdasag/2024/01/hatalmas-pofont-kapott-a-volkswagen-a-byd-lesz-az-europa-bajnoksag-hivatalos-autoja-video> (Utolsó letöltés: 2024.06.27.)
- E-cars (2023), "14 százalékkal nőtt az elektromos autótöltők száma Magyarországon", E-cars, Elérhető: <https://e-cars.hu/2023/04/06/14-szazalekal-nott-az-elektromos-autotoltok-szama-magyarorszagon/> (Utolsó letöltés: 2024.04.19.)
- EP (2023), "Tények és adatok az autók szén-dioxid-kibocsátásáról", Európai Parlament, Elérhető: <https://www.europarl.europa.eu/topics/hu/article/20190313STO31218/tenyek-es-adatok-az-autok-szen-dioxid-kibocsatasrol-info-grafika> (Utolsó letöltés: 2024.05.10.)
- Hertzke, P., Müller, N. and Schenk, S. (2017), "Dynamics in the global electric vehicle market", McKinsey&Company, Elérhető: <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/Dynamics%20in%20the%20global%20electric%20vehicle%20market/Dynamics-in-the-global-electric-vehicle-market.ashx> (Utolsó letöltés: 2024.04.20.)
- IEA (2024), "Global EV Outlook 2024", International Energy Agency, Elérhető: <https://www.iea.org/reports/global-ev-outlook-2024> (Utolsó letöltés: 2024.06.27.)
- KSH (2023), "Gyorstájékoztató – Keresetek, 2023 december", Központi Statisztikai Hivatal, Elérhető: <https://www.ksh.hu/gyorstajekoztatok/ker/ker2312.html> (Utolsó letöltés: 2024.03.14.)
- KSH (2024), "A közúti gépjárművek száma vármegye és régió szerint, december 31.", Központi Statisztikai Hivatal, Elérhető: https://www.ksh.hu/stadat_files/sza/hu/sza0040.html (Utolsó letöltés: 2024.06.22.)
- Portfolio (2023), "Három új autót lehet mostantól megvenni Magyarországon - itt vannak az árak", Portfolio, Elérhető: <https://www.portfolio.hu/uzlet/20231017/harom-uj-elektromos-autot-lehet-mostantol-megvenni-magyarorszagon-itt-vannak-az-arak-646169> (Utolsó letöltés: 2024.04.10.)
- Shin, D. (2024), "Hyundai Motor Reports 2023 Global Sales and 2024 Targets", Hyundai, Elérhető: <https://www.hyundai.com/worldwide/en/newsroom/detail/hyundai-motor-reports-2023-global-sales-and-2024-targets-0000000392> (Utolsó letöltés: 2024.04.20.)
- Statista (2024), "Toyota's retail vehicle sales from 2017 to 2023", Statista, Elérhető: <https://www.statista.com/statistics/267274/worldwide-vehicle-sales-of-toyota-since-2007/> (Utolsó letöltés: 2024.04.20.)
- Szücs, G. (2024), "Továbbra is lendületben a zöld rendszámos járművek regisztrációja", Villanyautósok, Elérhető: <https://villanyautosok.hu/2024/05/08/tovabbra-is-lendületben-a-zold-rendszamos-jarmuvek-regisztracioja/> (Utolsó letöltés: 2024.04.18.)

Benics Kálmán, PhD-hallgató
benics.kalman@eco.u-szeged.hu
Szegedi Tudományegyetem, Közgazdaságtani Doktori Iskola

Béla-Csovcsics Andrea, tanársegéd
csovcsics.andrea@eco.u-szeged.hu
Szegedi Tudományegyetem, Üzleti Tudományok Intézete

Táskai Otília, PhD-hallgató
taskai.otilia@gtk.elte.hu
Eötvös Loránd Tudományegyetem, Gazdálkodás- és Szervezéstudományi Doktori Iskola

Vereckei-Poór Bence, PhD-hallgató
poor.bence@ktk.pte.hu
Pécsi Tudományegyetem, Gazdálkodástani Doktori Iskola

Perception of Chinese car brands in the light of sustainability in Hungary - Using Machine learning methods

THE AIM OF THE PAPER

Transportation, and road transportation in particular, is a major contributor to harmful (vagy pollutant) emissions, so mobility is a widely researched and topical issue. At present, it seems that the lowest emissions can be achieved through the electrification of mobility. Chinese car manufacturers have made significant progress in the development of electric powertrains, and their products are becoming increasingly popular in Europe, including in Hungary. The aim of this study is to assess the extent to which Hungarian consumers are familiar with the Chinese car brands available in Hungary, their level of affinity for these brands and to develop models that, based on the questions posed, can effectively estimate consumers' willingness to purchase such vehicles.

METHODOLOGY

The study aims to explore the opinions and attitudes of Hungarian consumers towards Chinese electric car brands through an online questionnaire with an arbitrary sampling method of 310 respondents and machine learning methods. The study uses programmed methods, SPSS, Matlab software for analysis.

MOST IMPORTANT RESULTS

A large proportion of the sample is interested in driving, but only 22% shows a strong interest in electric cars. Respondents' answers suggest that they are interested in Chinese car brands. Of the 5 brands surveyed (BYD, MG, Dongfeng, Lynco&Co, GWM, Skywell), BYD and MG are the ones that respondents are more familiar with, and thus the brand attitudes and willingness to buy are also stronger towards these brands. While we measured a medium value for MG in terms of willingness to buy, we also see slightly positive values for the BYD brand. The authors of this study developed several machine learning algorithms that can predict with high accuracy, both consumer affinity for the specific Chinese brands being examined and their willingness to purchase.

RECOMMENDATIONS

The study examines the awareness of Chinese electric car companies and their willingness to buy these products, and although it seems that such a change in consumer behaviour - at least in Hungary - is still to come, we recommend that Hungarian automotive players take environmental considerations into account when designing their portfolios and business policies, whether they want to defend themselves against new players from the Far East or support them. This approach could broaden the range of electric car brands available in our country, which could lead to a change in the growth of electric cars.

Keywords: sustainability, electric car, Chinese car brands, machine learning method