

A mesterséges intelligencia alkalmazása az árazásban

Danyi Pál

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem

A TANULMÁNY CÉLJA

A mesterséges intelligencia (MI) néhány évvel ezelőtti újbóli „felfedezése” elgondolkodtatja a kereskedelmi árázással foglalkozó szakembereket, hogy mit fog hozni a következő évtized. A közelmúltban máris megjelentek az árazó robotok. A médiában is egyre több szó esik az MI módszerek használatáról az árazásban, legyen az a turizmus, a közösségi autózás és szálláskiadás, vagy a kereskedelem területe. A tanulmány összefoglalja, hogy mi a jelenlegi helyzet a világban, és mire lehet számítani a következő 5-10 évben az intelligens algoritmusok alkalmazásával kapcsolatban az árazásban.

ALKALMAZOTT MÓDSZERTAN

A szekunder kutatáson túl saját elemzéssel vizsgáltam meg azokat a lehetőségeket, amelyek felmerülhetnek MI módszerek alkalmazásakor.

LEGFONTOSABB EREDMÉNYEK

Kutatásom alapján kijelenthető, hogy nagyon jelentős változások várhatók az árazásban. Az adatvezérelt, MI elemekkel kibővített árazás várhatóan elterjed nem csak a nagyobb vállalatoknál, hanem a KKV szektorban is. Elsősorban a dinamikus árazás, az árak folyamatos változása, sőt személyre szabása lesz jellemző. Automatizálódik az árazás üzleti folyamata is, robotizált folyamat részeként fogunk alkudozni a termékek áaira. Hamarosan az MI válik az árazásban az új normává, nem lehet negligálni. Természetesen az ember sem hagyható figyelmen kívül, de a win-win helyzet megtalálható lesz az MI használatával.

GYAKORLATI JAVASLATOK

Érdemes az MI, főleg a gépi tanulás alkalmazásával elkezdni kísérletezni az árakkal, mert hosszabb távon versenyelőnyhöz vezet.

Kulcsszavak: intelligens árazás, mesterséges intelligencia, dinamikus árazás, gépi tanulás, mélytanulás

BEVEZETÉS

Az elmúlt két évtizedben több változás történt az árazásban, mint az egész XX. században: az ezredforduló időszakában megjelentek és elterjedtek az árösszehasonlító, majd hétköznapi rutinná váltak, később a dinamikus árazás kezdte meg térhódítását először a turizmusban, a repülőjegy értékesítésben. Időközben a B2B beszerzésekben és tenderezésben elterjedtek a fordított áruakciók, a B2C értékesítésben pedig egyes úttörő vállalatok elkezdtek a szolgáltatásaikat, termékeiket big data és mesterséges intelligencia (következőkben: MI) módszerek alkalmazásával árazni. Évek óta kísérletek folynak a személyre szabott árazással is. A világ szétszakadt az árazást tekintve élenjárókra és lemaradókra: a tudatos árazók, elsősorban a nagyobb cégek, adatelemzéssel támasztják alá a fogyasztói árakat, és rendszeresen változtatják azokat a változó környezetnek (kereslet, világpolitika, gazdasági tényezők) megfelelően. Ugyanakkor a vállalatok zöme, főleg a KKV szektor, még mindig XIX. századi módszerekkel áraz, amelynek során hozzávetőleges árrést számol és figyeli a konkurenciát, módosítva az árakon mélyebb oknyomozás nélkül, ha a másik fél is azt tette.

A tanulmányban azt vizsgálom meg, hogy várhatóan milyen MI módszerek fognak elterjedni a világban, és hogyan változtatja meg az intelligens árazás a B2C értékesítésben az ügyfelek élményét. Először a jelenlegi MI-alapú árazási példákat vizsgálom meg, majd az árazás azon tudásterületeit mutatom be, ahol potenciálisan alkalmazhatók fejlett technológiák. Bemutatom, hogy a gépi tanulás milyen modell alapján segít az árazásban. Ezután az MI eszközöket és technológiákat elemzem a teljesség igényével abból a szempontból, hogy melyik hogyan lehet alkalmas az árazás támogatására. Végül levonom a következtetéseket.

A MESTERSÉGES INTELLIGENCIA ALKALMAZÁSA AZ ÁRAZÁSBAN – A KÖZELMŰLT PÉLDÁINAK BEMUTATÁSA

Az első nagy felhajtás az MI körül az 1950-es évek végére, 60-as évek elejére, a második világméretű "hype" az 1980-as évek végére, a 90-es évek elejére tehető. Az MI 2014 körüli újbóli „felfedezése”, reneszánsza ismét elgondolkodtatja az árazással foglalkozó szakembereket, hogy mit fog hozni a következő évtized. Az MI egy nagyon általános fogalom, számos technológia ide sorolható a robotikától a természetes nyelvfeldolgozásig,

a mintafelismeréstől a gépi döntéshozatalig. A marketingben főleg az adatfeldolgozáshoz kapcsolódó MI technológiákat használják, pl. gépi tanuló algoritmusokat, de azokat ötvözik más technológiákkal is, pl. big data-val. A jelen tanulmányban az MI alábbi két értelmezését használom kiindulópontként: 1. *Minden olyan algoritmus MI-nek tekinthető, ami emberi döntéseket helyettesít*, így egy ármelegállító rendszer is közéjük sorolható. 2. *Minden olyan algoritmus MI, amely képes a kombinatorikus robbanásból eredő exponenciális problémák polinomiálissá való vissza vezetésére*. Ha sikerül például egy sokparaméteres profitoptimalizálási feladatot praktikusán elfogadható időben megoldani optimális árazással, akkor az is MI megközelítés.

Az MI jelenleg uralkodó nagy népszerűsége három tényező szerencsés együttállásának köszönhető (Miaillie & Hodes 2017): évtizedek után mára vált mindennapi valósággá, hogy (1) vannak megfelelően hatékony algoritmusaink, (2) van kellően sok adatunk az algoritmusokhoz, és (3) a számítógépek számítási sebességei is alkalmassá váltak a valós esetek komplex modelljeinek futtatására. Konkrétan, a neurális hálózatokon alapuló gépi tanulás, köztük a mélytanuló algoritmusok képesek nagy adatbázisokon modellt tesztelni, kísérletezni, majd a legjobb (optimálisnak tekinthető) modellt a valós problémára alkalmazni. Mindez a felhőben elérhető szuperszámítógépek kapacitásait kihasználva tehető meg. Ennek alapján fogalmaztam meg azt a hipotézist, miszerint ez a hármas alkalmas és népszerű megoldás lehet az árazási problémákra.

1. hipotézis: Mesterséges intelligencia algoritmusokkal és megfelelően gyors számítógépekkel eredményesen lehet árazási problémákat megoldani.

Az első felderítő forráskutatásom során csalódott meglepetéssel tapasztaltam, hogy tudományos szakkikk gyakorlatilag nem létezik a témában. Az „AI in Pricing” és hasonló keresésekre a legnagyobb vonatkozó portálok (úgy mint scholar.google, Springer, IEEE, JSTOR) együttesen mindössze tucatszám kevesebb cikket hoztak elő a 2010-es évekről, a több tízezer találat nagyrészt az MI-re, kisebb részben az árazásra vonatkozott. Ráadásul a néhány releváns szakkikk irodalmi hivatkozásai között is csak elvétve található tíz évnél fiatalabb tanulmány. Arra a következtetésre jutottam, hogy a téma annyira kurrens és gyakorlati, hogy az irodalomkutatást ki kell terjeszteni a tágabb körben értelmezhető gyakorlati beszámolókra, blogcikkekre, céges promóciós anyagokra és rájuk vonatkozó értékelésekre, elemzésekre, mindezt általános google kereséssel.

A szekunder kutatást azzal a kérdéssel folytattam, hogy „hol alkalmaznak jelenleg elterjedten MI-t az árazásban”? A válaszokat két irányból is kerestem: egyrészt azokat a főleg nagyobb nemzetközi vállalatokról szóló híradásokat elemeztem, amelyekben olvasható, hogy MI módszereket használnak árazásukban. Másrészt azokat a tanácsadó cégeket kerestem, amelyek ilyen szolgáltatásokat nyújtanak. Ez utóbbi vállalatok leginkább kisebb startupok, elvéve nagyobb multinacionális tanácsadó cégek. Nyilván a két megközelítés összefut, hiszen a nagyobb vállalatok számára is ezek az árazási tanácsadók és startupok végzik a megfelelő algoritmikus munkát, ugyanis a nagyvállalatoknál is hiányzik az MI szakutadás, és jellemzően külsősökkel dolgoznak együtt.

A felmérés szerint leginkább a dinamikus árazást megvalósító megoldások során alkalmaznak MI-t, amelyek pedig elsősorban a turizmus és

közlekedés területéhez kötődnek: Amazon, Airbnb, Uber, repülőjegy és autóbérlés árazások, szállások árazásai. A dinamikus árazás jellemzője, hogy a kereslet-kínálat pillanatnyi állapotának megfelelően azonnali, késlekedés nélküli árváltoztatást érvényesítenek. Ez lehet szinkron, azaz szabályos időközönként, pl. 5 percenkénti árváltoztatás, vagy lehet aszinkron, amikor valamilyen esemény kivált egy kereslet-kínálat kiértékelést, és annak kapcsán történik árváltoztatás. A dinamikus árazás legtisztábban a tőzsdei árfolyamok kereslet-kínálati alakulásában jelenik meg, amely során MI ágenssek (algoritmusok) döntenek egy-egy vételi vagy eladási árkiüzöbről, de az értékpapír árfolyamok vizsgálata nem esik jelen tanulmány hatókörébe.

Az alábbi 1. és 2. táblázatban összefoglaltam a jelenlegi leglényegesebb példákat, amelyekben MI megoldásokat alkalmaztak egyes árazási problémákra.

1. táblázat: A legnagyobb publicitást kapott MI-alapú árazási példák nemzetközi nagyvállalatoknál

Vállalat, iparág	Árazás probléma, amire MI megoldást használtak
Airbnb, közösségi szállásportál	<i>Dinamikus árazás:</i> árazási tippek lakásukat kiadóknak, hogy mennyit érdemes elkérniük konkrét napokra. Gépi tanulást (neurális hálót) használnak, több száz paraméterrel (Hill 2015, 57.)
Amazon, kiskereskedelem	<i>Dinamikus és személyre szabott árazás:</i> figyelembe veszi az optimális ár kialakításnál a versenytársak árdinamikáját. Az MI-vel működő virtuális asszisztensek további adatokat szolgáltatnak a vásárlók preferenciáiról, amivel személyre szabott árak is meghatározhatók. (Weinwig 2018)
Lyft, közösségi autózás	<i>Dinamikus árazás:</i> elsősorban kereslet-kínálat elemzése alapján határozza meg a személyszállítás árat gépi tanulást eszközével, miután kiszámolta a sofőrök iránti keresletet. (Didur 2018)
Szupermarket (csomagolt termékek, CPG) szektor	<i>MI alapú ároptimalizálás és profitmaximálás:</i> Árukapcsolás, kedvezmények hatása, termék-tapadás, helyettesítő termékek, árrugalmasság, szezonális stb. (Daisy 2018)
Uber, közösségi autózás	<i>Dinamikus árazás:</i> a konkrétan kívánt útra egyedi rögzített ár előzetes kiszámítása gépi tanulást módszereivel, starthelyzet, célállomás és napszak alapján. Kiszámítja, hogy az adott úton várhatóan mennyit hajlandók fizetni az utasok. Más algoritmust használ, ha kevés az adat. (Pearson 2017, Didur 2018, Laptev et al. 2017)

Forrás: saját szerkesztés

2. táblázat: A fontosabb MI-alapú árázással foglalkozó nemzetközi cégek, startupok (abc sorrendben)

Cég, székhely	Árázás probléma, amire MI megoldást használ a cég
Daisy Intelligence , Toronto	Ároptimalizálás, raktárkészlet tervezés. Kampányok, árkedvezmények, kereslet előrejelzés. (Daisy 2018)
Dealavo , Varsó	Kiskereskedők árait legkülönbözőbb elemzések szerint összehasonlítja a versenytársak áraival, gépi tanulást és fuzzy illesztést használva. Képes termékkategóriákra és kosarakra (termékcsoportok) is elemezni. (Kaminski 2015, Dealavo 2018)
Eliot , Menlo Park (Stanford), CA (eliotandme.com)	Mínél pontosabb becslés arra vonatkozóan, hogy mennyiért tudná a tulajdonos kiadni ingatlanját rövid vagy hosszabb távra. Másik oldalról: mikor érdemes utazni, hogy a szállás olcsó legyen? (Mogg 2017, Eliot 2018)
Eversight , Palo Alto (Stanford), CA (eversightlabs.com)	Ároptimalizálás MI-alapú kísérletező módszerekkel a kiskereskedelemben. Konkurens árak, adatelemzés, cél-optimalizálás figyelembevételével. (Wiggers 2018)
Hopper , Montreal	Előrejelzi a repülőjegyek és szállások várható árát, hogy mikor lesz a legjobb időpont megvenni ill. lefoglalni azokat. (Nanalyze 2018)
Intelligence Node , Mumbai	„Incompetitor” termék: 1 milliárd termék árának nyomon követése gépi tanulással, ennek alapján árázási tanácsadás. Inoptimizer termék: teljes körű árázás automatizálás (Intelligence Node 2018, Jesus 2018)
McKinsey , New York – Periscope szolgáltatás	Általános árázási tanácsadás nagyvállalatoknak adatvezérelt megközelítéssel, gépi tanulás módszereit is alkalmazva. Dinamikus árázás. (McKinsey 2018)
Optimus Price , Barcelona	Árautomatizálás és optimalizálás a kiskereskedelemben: intelligens árázás asszisztens MI eszközökkel a kereslet előrejelzésével. Profit optimalizálása. (Optimus 2018)
Navetti (Vendavo), Denver – PricePoint termék	Általános árázási tanácsadás, az érték-alapú árázásra koncentrálna. Adatelemzésen alapuló profitnövelés, gépi tanulás eszközökkel. (Navetti 2018, Jesus 2018)
Pace (paceup.com), London	Gépi tanulással segít a kisebb hoteleknek, hogy kereslet-kínálat alapján árazzanak. Ezzel maximalizálhatják a profitjukat, mert akkora árat kérhetnek, amekkorát az utazók még éppen kifizetnek. (Jesus 2018)
Perfect Price , San Francisco	Elsősorban autóbérelti árak meghatározása a bérbeadó cégek számára – számtalan feltétel figyelembevételével, big data technológiát is felhasználva. (Shartsis 2016, Jesus 2018)
Wise Athena , Houston	A csomagolt termékek (CPG) szektor részére ároptimalizálást végeznek: gépi tanulás módszerével, havi tanítási ciklusban egyre jobb előrejelzést tesznek az árrugalmasságra, és azon keresztül a várható eladási számokra. (Jesus 2018)

Forrás: saját szerkesztés

A felsorolt cégek messze nem jelentik a teljes listát. Rajtuk kívül egyéb árazási vállalkozások is találhatóak, amelyek kísérleteznek mesterséges intelligenciával, lásd pl. az Industry Research (2018) piackutató-elemző cég stratégiai felméréseiben. Kutatásom szerint összesen 60-80 körülire tehető a modern árazásra szakosodott cégek száma nemzetközileg, köztük néhány magyar is, és ezek nagyjából negyede kínál MI alapú árazási megoldásokat.

A kutatásból lesűrhető három jellemző minta: 1. az MI alkalmazását az árazásban szinte kivétel nélkül *gépi tanulás* módszerével képzelik el jelenleg. Ez abból a szempontból magától értetődő, hogy az árazás számokon, adatokon alapuló tudástérület, amelyre nyilvánvalóan az adatelemzés és adat-tudomány eszköztárára érdemes használni. De amint látni fogjuk a következő fejezetekben, az MI tágabb eszköztárat tesz lehetővé, tehát a mostani megközelítések a lehetőségek tárházának szűkítését jelentik. 2. Az árazás részterületeit tekintve leginkább a *dinamikus árazás* módszerében jelenik meg az MI, de egyre inkább a hagyományos árazás automatizálásában és optimalizálásában is szerepet kap. 3. Ugyancsak jellemző, hogy két iparágban váltak első körben elterjedté az MI-vel támogatott árazási módszerek: a *turizmus* különböző területein, valamint a *kiskereskedelem*-ben. Az egyéb szektorok (szolgáltatások, nagykereskedelem stb.) még keresik az eredményes (és megtérülő) alkalmazási lehetőségeket.

A szekunder kutatásunk és a számos példa bizonyította a hipotézisünk igazságát, azaz van létjogosultsága az MI módszerek árazásbeli alkalmazásának.

AZ ÁRAZÁS RÉSZTERÜLETEINEK ÁTTEKINTÉSE MI TÁMOGATHATÓSÁG SZEMPONTJÁBÓL

2. hipotézis: az árazás kellően komplex ahhoz, hogy ideális terepe legyen az MI eszközöknek, módszereknek.

Az árazás a mikroökonómia talán legbonyolultabb területe. A versenypiacon kialakult árak olyan egyensúlyi állapotot képviselnek, aminek létrejöttében (1) egyik oldalról a terméket, szolgáltatást előállító vállalat és az értékesítést végző kereskedők teljes üzleti működése, hatékonysága, (2) másrészt a vásárló teljes igényrendszere és anyagi lehetőségei, (3) harmadrészt az őket körülvevő komplex piaci környezet, a szabályozóktól kezdve a versenytársakig és a tágabb üzleti életig, szerepet kap. Ebből a komplexitásból kiindulva olyan több tucat paraméteres modellről van szó, aminek még csak az egzakt definiálása is lehetetlen vállalkozásnak tűnik. Hogy illusztráljuk a téma bonyolultságát, tekintsük át a három legelterjedtebb árazási logikát.

A hagyományos költség-alapú és versenytárs-alapú árazások relatíve egyszerű számítási modellek, ha az adatok pontosan rendelkezésünkre állnak. A pontosságon van a hangsúly, azaz nem egyszerű a kiinduló adatokat megbízhatóan összeszedni. (Az ilyenkor szóba jövő paramétereket lásd a 3. táblázat bal oszlopában.) Az értékalapú árazás (amiről jó összefoglalást közöl Rekettye 2012) már bonyolultabb, mert az ügyfél „fejével” is gondolkodni kell. A legfontosabb paramétereket az alábbiakban gyűjtöttem össze a két oldalra nézve, mintegy illusztrálva, hogy milyen kemény és puha paraméterek alakítják az árazást és végeredményben az eladó-vevő alkufolyamatának egyensúlyi pontját. (Lásd a 3. táblázat jobb oszlopát.)

3. táblázat: Leglényesebb paraméterek az ármegállapításhoz

Költség + Profit paraméterek az eladó oldalán	Érték paraméterek a vevő oldalán
Beszerzési ár és/vagy előállítási költség	Igény
Versenytársak árai	Divat
Raktárkészlet nagyság és költsége	Személyes keret, forrásnagyság
Árrés elvárások	Sürgősség
Marketing költségek	Minőségi elvárások
Adminisztrációs és irányítási (overhead) költségek	Birtoklás vágya
Mekkora volument vásárolnak egyszerre	Volumen (vásárolt darabszám)
Konkurens (helyettesítő) termékek köre és árai	Helyettesítő választék köre és árai
Kapcsolódó termékek összecsomagolása	Egyszerre vásárolt kosár

Forrás: saját szerkesztés

Ennek alapján megállapítható, hogy az árképzés valóban nagyon komplex, sok paraméteres számítási és optimalizálási feladat. (Lásd a 4. táblázat 1., a, b, és c pontjait.) A következőkben arra voltam kíváncsi, hogy az árazás egyéb területein látható-e igény ill. követelmény MI módszerek alkalmazására.

Az alábbi listában az árazás szinte minden részterületére átgondoltam, hogy van-e realitása, létjogosultsága MI módszerek használatának a következő években. Az árazás egyes területei (a táblázat bal oszlopa) Rekettye G. (2011) könyvének tartalmi elemzése alapján került összeállításra.

4. táblázat: Árazási területek és MI eszközökkel való támogatása

Az árazás egyes területei	Probléma természete, igényel-e MI-t?
1. Árképzés, árak aktuális meghatározása	Igen, mert komplex: a sokparaméteres exponenciális problémát polinomiálissá szükséges redukálni
a. Költségek elemzése	Jellemzően nem MI terület, ha a költségek determináltak és ritkán változnak. Ha viszont dinamikusan változnak, akkor az MI fontos lehet.
b. Versenytársak elemzése, árverseny, árösszehasonlítás	A direkt árösszehasonlítás nem MI probléma, de a teljes marketing környezet komplexitásában összehasonlítani már az.
c. Értékalapú: ügyfél számára nyújtott érték elemzése	Nagyon bonyolult az ügyfél számára nyújtott érték meghatározása, ideális MI terep hosszabb távon.
2. Optimális ár ill. rezervációs ár meghatározása	Új, dinamikus értelmet kap, azaz MI-vel lehetőség van folyamatosan számítani az aktuálisan optimális árat, ill. követni a rezervációs árat. (Optimálisnak azt az árat tekintjük, amelyik a legnagyobb profitot eredményezi a kereskedőnek a kijelölt időszakra nézve. A vevő rezervációs árán azt a legmagasabb összeget értjük, amit még éppen hajlandó megfizetni a kiszemelt termékért.)

4. táblázat folytatása: Árazási területek és MI eszközökkel való támogatása

Az árazás egyes területei	Probléma természete, igényel-e MI-t?
3. Árrugalmasság elemzés, ártesztek, ár-minőség összefüggés elemzése, termékjellemzők árazásra való hatása (conjoint teszt)	Nagyszámú termék esetén, hosszabb ideig tartó kísérletezéssel kellő mennyiségű adat összegyűjtendő, amelyek részletes elemzése statisztikai, big data vagy MI módszerekkel elvégezhető.
4. Árképzés valósidejű kereslet-kínálat alapon, dinamikus árazás	A jelenleg legnépszerűbb árazási algoritmusok erre a problémára adnak megoldást. Nem feltétlenül kell hozzá MI, de sok adat esetén a gépi tanulás-alapú kiértékelés nagyon népszerű.
5. Árdifferenciálás, pl. személyre szabott árazás	A személyre szabáshoz nagyon sok adat folyamatos figyelése és elemzése szükséges, amely MI módszerekre kívánhat.
6. Árak rendszeres módosítása árkedvezmények rendszere, kampányok	Nem feltétlenül igényel MI-t, de komplex elemzésekhez, kampányok és árkedvezmények optimális beállításához és időzítéséhez annyi paramétert kell figyelembe venni, hogy az már MI probléma.
7. Árstratégia és árpolitika	A klasszikus árstratégiai és árpolitikai döntésekhez látszólag nem kell MI, de mivel pont ezek a magas szintű döntések a legkomplexebbek, ezért van létjogosultsága az intelligens algoritmusok általi összefüggés-kereséseknek.
8. Árérzékelés, árérzékenység	A vevői oldal folyamatos figyelése, elemzése MI-t igényel, ha nem csak a végeredményt nézzük (vásárol vagy nem), hanem az emberi döntési okokra, számtalan tényezőre is fényt akarunk deríteni a „vevői fekete dobozban”.
9. Ársz pszichológia	Ársz pszichológiai tesztek lefuttatására és kiértékelésére alkalmas lehet az MI, ha kellően sok kísérleti alany eredményeit kell kiértékelni. Kevés adat esetén a klasszikus statisztikai módszerek elegendők.
10. Ártárgyalás, aukciók, alkudozás	A küszöbértékek (legalacsonyabb ár) meghatározásához szükség lehet az MI-re, de sokkal inkább az annak kiértékeléséhez kell MI, hogy az alkudozás folyamatában hol bizonytalanodik el a vevő, hol kell keményen tartani az árat, vagy akár blöffölni.
11. Árak lokalizálása (multik árképzésének adaptálása egyes országokban)	Elég bonyolult összefüggés lehet a helyi piac viszonyainak elemzése és figyelembevétele, jó terep az MI-nek. A jelenlegi jellemző gyakorlat szerint a külföldön kialakított árakat aktuális árfolyamon (nem is PPP) átszámítják, az ország-specifikus jellemzők teljes mellőzésével.
12. Marketing mix (4P) többi eleméhez kapcsolódás	Ha az árazást a marketing mix megközelítéséből tekintjük, akkor a kölcsönös kapcsolatok miatt megnő a probléma komplexitás, tehát MI-re szükség lesz.

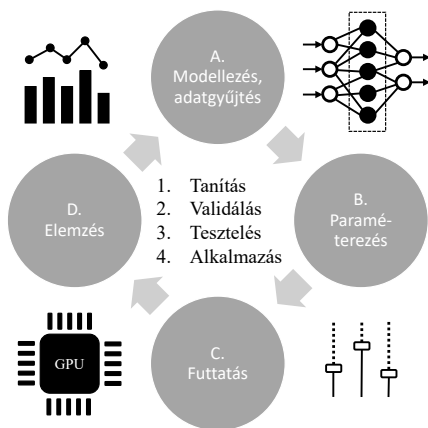
Forrás: saját szerkesztés

Áttekintve az egyes árazási feladatokat, területeket, megállapítható, hogy szinte minden esetben felmerül az MI alkalmazhatósága, így igazoltam a 2. hipotézist, miszerint az árazás ideális MI terep. Ez abból a megközelítésből nem meglepő, hogy az MI korábbi két definícióját értelmezve, mindig felmerül az emberi döntés (mekkora legyen az ár) gépi helyettesítése, vagy legalábbis annak komoly előkészítése, valamint az is igaz, hogy exponenciális problémákba futunk bele a sok paraméter és komplexitás miatt.

A jelenlegi gyakorlatot tekintve MI módszerek alkalmazására csak nagyon szórványosan kerül sor, tehát nagy lehetőség áll a vállalatok előtt a következő évtizedben. De hogy megértsük, mit is jelent pontosan az MI módszerek alkalmazása, ahhoz mélyebbre kell ásunk az MI fogalmát, lehetséges módszereit, technikáit tekintve. Először a gépi tanulás technikáját mutatom be.

A GÉPI TANULÁSON ALAPULÓ MI MODELL

1. ábra: A neurális háló-alapú gépi tanulás működése



Forrás: saját szerkesztés

A gépi tanulás működése az 1. ábrán látható általános folyamat szerint történik. Ehhez rendszerint olyan csapatmunkára van szükség, ahol a közgazdász (marketinges, értékesítő) együtt dolgozik a modellezővel (matematikus, adattudós), és a programozóval, valamint az ügyféligényeket is ismerő projektvezetővel. Az árazásra alkalmazva a gépi tanulás folyamatát, az alábbi lépéseket kell megtenni:

- Meg kell alkotni a neurális háló(zat) modelljét és adatokat kell gyűjteni. Definiálni kell az input paramétereket (akár több tucat bemeneti adatot, pl. beszerzési költség, versenytárs árak, raktárkészlet nagyság, marketing cél, korábbi értékesítési adatok). A neurális háló feltehetően több rétegű mélytanuló rendszer lesz, több száz vagy akár több tízezer neuronból felépítve. Több-féleképpen lehet az output oldalon várt eredményt specifikálni: *klasszifikációval* előre jelezhető, hogy a termék egy konkrét áron el fog-e kelni vagy nem, illetve *regressziószámítással* arra adunk becslést, hogy hány darabot tudunk értékesíteni meghatározott időkereten belül. Sok esetben még hasznosabb lehet, ha a profitmaximalizáló eladási árra próbálunk becslést adni. Többféle gépi tanulási módszer közül az árazás esetén leginkább a *felügyelt tanulás* jöhet szóba, amikor historikus adatokkal kell megtanítani a rendszert: több hónapnyi vagy akár sok évnyi értékesítési adatot kell összegyűjteni és rendelkezésre bocsátani ugyanolyan jellegű adatokkal, mint amire kíváncsiak vagyunk a kimeneten.
- A paraméterezés a modell beállításait jelenti. A kialakult gyakorlat szerint ezt legalább három fázisban el kell végezni, a tanítás, a validálás, és a tesztelés során, azaz legalább háromszor kell körbemenni a fenti ábra folyamatán. Majd ezután a véglegesített paraméterekkel elkezdhető az éles adatokon való alkalmazás. Mivel itt elsősorban technikai beállításokról van szó, ez olyan kísérletezési munka, amit az adattudós végez: súlyok, eltolási érték, tanulási ráta, ciklusok száma stb. A beállítások finomíthatók az egyes fázisokban, hogy az éles adatokon való futtatásnál már kitesztelt paraméterekkel dolgozhassunk.
- A futtatás során gyors számítógépek, jellemzőn GPU-k (azaz grafikus processzorok) felhasználásával lehet néhány percen vagy órán belül eredményt kapni. (Komplexebb problémák vagy gyengébb processzorok esetén több napig is futhatnak az algoritmusok.) Szerencsére nem kell célszámítógépeket beszerezni, mert a felhőben már bérelhetők processzoridők kifejezetten gépi tanulásra, fájlagosan elfogadható áron. Több ezer, vagy akár millió ciklus (epoch) lefuttatása után beállnak a háló súlyértékei az aktuális paraméterek mellett.

- Az elemzés fázisában meg tudjuk vizsgálni, hogy a kapott eredmények mennyire felelnek meg a historikus adatoknak, illetve az emberi értékítéletnek. Az első kísérletek rendszerint sok hibát tartalmaznak, nem minden bemeneti adatra adnak használható outputot. Árazás során a kereskedői rátekintés általában keveset segít, meg kell várni, hogy a vásárlók hogyan fogadják az árakat. Több nap után le lehet vonni a tapasztalatot, és újra módosítani a modellen, paraméterezni, futtatni, és újra elemezni...

MI TECHNOLÓGIÁK VIZSGÁLATA ÁRAZÁSBAN VALÓ ALKALMAZHATÓSÁG SZERINT

3. hipotézis: az ismert MI területek közül a *gépi tanuláson kívül is léteznek* alkalmas, célszerűen alkalmazható eszközök az árazásban.

Számtalan csoportosítási lehetőség van a nagyon szerteágazó MI területekre. A legújabb klasszifikálások közül négy válogatást vizsgáltunk meg. Press (2017) tíz különböző technológiát mutat be, amelyek az úgymond klasszikus MI területek az elmúlt évtizedekből: 1. Természetes nyelvgenerálás 2. Beszédfelismerés 3. Virtuális ágensek, pl. chatbotok 4. Gépi tanulás platformok 5. MI-optimalizált hardver 6. Döntésmenedzsment 7. Mélytanuló platformok 8. Biometrika 9. Robot-alapú folyamat automatizálás 10. Szövegelemzés és természetes nyelvfeldolgozás. Ezek nem teljesen függetlenek, egymásra épülnek, pl. a mélytanuló platformok igen eredményesek lehetnek a nyelvi és beszédminták felismerésében, természetes nyelvi kommunikációban. Press felsorolását Maynez (2018) egészítette ki 2018-ban újabb 9 technológiával: 11. Digitális iker 12. Kibervédelem 13. Megfelelőség 14. Tudásmunkás támogatás 15. Tartalom

létrehozás 16. Peer-to-peer hálózatok (mint pl. kriptovaluták, blockchain) 17. Érzelem felismerés 18. Képfelismerés 19. Marketing automatizálás.

A Callaghan cég (2017) MI infografikája 16 területet sorol fel, amelyben az eddigieket néhány érdekes, árazás szempontjából releváns technológiával egészíti ki, úgy mint új generációs felhő robotika, ami az MI, big data és felhő-számítástechnika ötvözésével nyújt intelligens, intuitív kommunikációt az emberekkel. A valós idejű érzelemanalitika az emberi érzelmeket értelmezi és azokra reagál, tehát majd lehetővé teszi annak elemzését is, hogy a vásárló hogyan reagál az egyes árakra az áruházban. A robotizált/virtuális személyi asszisztensek pedig egyre többet megtudnak a gazdáinkról: rólunk, szokásainkról, preferenciáinkról, például, hogy melyik akció fog lázba hozni minket (Amazon Echo, Google Home). (Weinswig, 2018) A legfrissebb elemzés, amit felhasználtunk, a Forrester piackutató és elemző cég felsorolása (Purcell 2018), ami 14 MI technológiát vizsgál meg az üzleti felhasználhatóság és érettség szempontjából. Az előzőekhez képest inkább abban tudtak újdonságot hozni, hogy egyes nagyobb MI területekre „rázoomoltak” és egyeseket tovább bontottak.

Az említett MI területek és technológiák részletezését ld. az alábbi 5. táblázatban. A 3. és 4. oszlop állításaihoz saját logikai következtetéssel jutottam, amihez felhasználtam sok éves MI területen szerzett tapasztalatomat is. (Danyi 1992)

5. táblázat: MI területek, és lehetséges árazási felhasználásuk (területek és relevancia szerint sorrendezve)

MI terület	Részletezés és értelmezés	Lehetséges felhasználás az árazási folyamatokban	Relevancia, időszerep 1 (legfontosabb) ... 5 (távoli lehetőség)
GÉPI TANULÁS			
1. Gépi tanulás (ML) platformok és adatkatalógusok	Specializált tanuló platformok és algoritmusok, API-k, osztályozási, klaszterezési, prediktív analitikai feladatokra	Sok adat esetén az optimális árak meghatározására, folyamatos tanulásra	1
2. Mélytanuló platformok, keretrendszerek	Speciális, sokféleképpen paramétrezhető gépi tanuló rendszerek adattudósok számára, előrejelzésre, strukturálatlan adatok osztályozására	Sok adat esetén ideális az optimális árak meghatározására, folyamatos tanulásra	1
3. MI-optimalizált hardver	Kifejezetten számításgépes MI (jelenleg mélytanulási) feladatokra optimalizált hardver, pl. GPU-k	Sok adat esetén tanulásra, ároptimalizálásra	1
4. Gépi tanulás automatizálása	Tanuló algoritmusok egyszerűbb, modellezett, automatizált létrehozása	Árazásra vonatkozó gépi tanulás modellek gyorsabb létrehozása, megbízhatóbb modellek készítése	2
ÜZLETI AUTOMATIZÁLÁS			
5. Döntésmenedzsment	Automatikus döntéshozatal (és támogatás) platformjai, amelyekben szabályok, logikák állíthatók be	Árengedmények, akciók számára jól használható	1
6. Marketing automatizálás	Automatikus vevőszegmenztáció, ügyféladat-elemzés, kampánymenedzsment és egyéb marketing tevékenységek gépesítése. Más MI elemekre épül.	Az árazás, mint a marketing mix eleme, fontos célpontja ennek az MI területnek	1
7. Új generációs felhő robotika	Az MI, big data, felhő-számítástechnika és SaaS szolgáltatások kombinációja, az emberi tevékenységek intelligens támogatása	Árazásrobotok, ároptimalizáló rendszerek, intelligens árösszehasonlítókat mind ide sorolhatók	1
8. Szolgáltatók MI platformjai	MI platformok nyújtása ügyfeleknek, ahol tesztelhetik az MI rendszereket	Specializált árazás platformok közül ide tartoznak az MI-val felszereltek	2
9. Kognitív keresés	Digitális tartalomkeresés, lekérdezés, strukturálás többcsatornás adatforrásokból	Árazással kapcsolatos tudás és információk automatizált keresése	2
10. Robot-alapú folyamat automatizálás (RPA)	Emberi (folyamat-alapú) tevékenységek gépi helyettesítése, automatizálása	Árazási folyamatok automatizálása beleértve az adatgyűjtést is	2

**5. táblázat folytatása: MI területek, és lehetséges árazási felhasználásuk
(területek és relevancia szerint sorrendezve)**

MI terület	Részletezés és értelmezés	Lehetséges felhasználás az árazási folyamatokban	Relevancia, időszerep 1 (legfontosabb) ... 5 (távoli lehetőség)
11. Megfelelőség	Törvényeknek, szerződéseknek, előírásoknak való megfelelés automatikus betartása	Jogszerű árazás betartása, betartatása	2
12. Tudásmunkások támogatása	Tudásintenzív területek (pl. jog, egészségügy stb.) gépi segéderői, a régi szakértői rendszerek modern változatai	Árazási szakértelem gépiesítése, fogalmak, összefüggések értéke	3
13. MI-vel támogatott üzleti intelligencia platform	Természetes nyelvi adatlekérdezések, vizualizált adatok elmagyarázása	Megmagyarázni az alapadatokból nyert következtetést, a konkrét árazás okát	3
14. Tartalom létrehozás	Digitális tartalmak (videók, hirdetések, blogok, infografikák) automatikus létrehozása	Akkor releváns, amikor az árak beépülnek más tartalmakba	3
EMBER-GÉP INTERAKCIÓ			
15. Virtuális ügensek, pl. chatbotok	Gép által működtetett, kommunikációra képes virtuális ügyintéző, főleg az ügyfélkihasználás területén	Alkudozórobotok, majd később robotkereskedők esetén	1-4
16. Robotizált/virtuális személyi asszisztensek	Korlátozott, de egyre bővülő tevékenységeket ellátó személyi robotok, amelyek látnak, hallanak, szagolnak	A jövőben elvárható lesz, hogy a robot szól, ha valami jó akciót talált és tudja, hogy azt érdemes megvennem...	3
17. Érzelem felismerés	Emberi érzelmek valós idejű analitikája, és gépi reakció rájuk. Vásárlói élmények elemzése automatikusan	Alkudozáskor nagyon fontos, hogy a vevő hogyan reagál egy adott árra	3
18. Biometrika	Emberek és gépek közötti interakciók természetessé tétele, beleértve akár a testbeszédet is	Kevés relevancia látszik, bár gépi alkudozáskor fontos ráérezni a vevő gyenge pontjára	4
TERMÉSZETES NYELVFELDOLGOZÁS			
19. Szövegelemzés és természetes nyelv megértés és feldolgozás	Írott vagy beszélt nyelvi szövegek és szándékok megértése. Minták, struktúrák azonosítása	Árjegyzékek, katalógusok automatizált megértése	2
20. Természetes nyelv generálása (NLG)	Természetes nyelvi (szöveges) tartalom létrehozása	Alkudozás, egyezkedés során alkalmazható	4
21. Beszédfelismerés, beszédanalitika	Beszéd felismerése, írottá alakítása, gépi értelmezése	A robotizált kereskedők korában lesz érdekes	5

**5. táblázat folytatása: MI területek, és lehetséges árazási felhasználásuk
(területek és relevancia szerint sorrendezve)**

MI terület	Részletezés és értelmezés	Lehetséges felhasználás az árazási folyamatokban	Relevancia, időszerep (legfontosabb) ... 5 (távoli lehetőség)
EGYÉB			
22. Képfelismerés és számítógépes látás	Klasszikus MI terület: minták, tárgyak, emberek felismerése álló és mozgó képeken. Később: finommozgások, mimikák felismerése, értelmezése	Árak (és feltételeik) felismerése hirdetésekben, katalógusokban, főleg videókon és képeken	1-2
23. Kibervédelem	Gyanús felhasználói aktivitások intelligens detektálása, kiszűrése a számítógépes rendszerekben	Árak manipulálásának meggátolása	2-3
24. Peer-to-peer hálózatok	Eszközök (pl. okostelefonok), szoftverelemek kommunikációs hálózatának kialakítása (beleértve a blockchain-t, kriptovalutákat)	Az árazó robotok hálózata még elég futurisztikus	5

Forrás: saját szerkesztés

Van még néhány olyan fontos MI terület, amelyek az árazásban közvetlenül nem értelmezhetők, ezért nem szerepelnek a táblázatban, úgymint autonóm rendszerek (önvezető autók, járművek, drónok), gépi szaglás (szagok érzékelése, elektronikus orr), vagy a digitális iker (fizikai rendszerek, működések teljes digitális szimulációja, helyettesítése).

A táblázatból kiolvasható, hogy jelenleg valóban a gépi tanulás tekinthető a leginkább alkalmazható MI eszköznek. Mellette viszont az üzleti automatizálás, az ember-gép interakció, a természetes nyelvfeldolgozás és a számítógépes látás területei is fontosak lesznek a jövőbeli robotizált kereskedésben, elsősorban annak áralku folyamatában.

ÖSSZEFOGLALÁS

Az MI néhány évvel ezelőtti újbóli felfedezése nyomán a gépi tanulás eszközei teret nyertek a kiskereskedelmi árazásban is. Jelenleg elsősorban a nagyobb vállalatok engedhetik meg maguknak a sok adat elemzésén alapuló mélytanuló algoritmusokkal való kísérletezést. A világpiacon tapasztalható startup-láz eközben elérte az árazási szolgáltatásokat, így a következő évtizedben a KKV szektor is várhatóan eszközkészletet kap a mindennapi árazásának javításához.

Az MI az árazásban leginkább olyan adatelemzési technológiát jelent, amellyel az eddigieknél komplexebb modelleket tudunk végigszámolni: a valóság leképezésénél egyre több paramétert tudunk figyelembe venni és egyre kevesebb elhanyagolást kell tennünk. Mindezek alapján olyan árakat tudunk meghatározni, amelyekkel növelhető a vállalkozás profitja.

Ideális esetben sok adat kell az MI, főleg a gépi tanulás algoritmusainak eredményes alkalmazásához. Az eddigieknél is fontosabbá válik az adatelemzés, a folyamatos visszacsatolás a modellek javítására. De a gépi tanuláson kívül többféle egyéb MI technológia együttes alkalmazása fog elvezetni a robotizált kereskedők világához.

Ami az árazási területeket illeti, elsősorban a dinamikus árazás, az árak folyamatos változása, sőt személyre szabása lesz jellemző. Automatizálódik az árazás üzleti folyamata is, robotizált folyamat részeként fogunk alkudozni a termékek áraira.

Összefoglalva, hamarosan az MI válik az árazásban az új normává, nem lehet negligálni. A humán kereskedő (egy ideig) még biztosan nem helyettesíthető, de a win-win helyzet megtalálható lesz az MI használatával. Kutatásunk alapján kijelenthető, hogy nagyon jelentős változásokat fog hozni az adatvezérelt, MI elemekkel kibővített árazás, főként a KKV szektorban való elterjedésekor. De hogy pontosan milyen hatásai lesznek az MI-nek, hogyan fog átalakulni az árazás gyakorlata, az egy másik tanulmány tárgya.

HIVATKOZÁSOK

- Callaghan Innovation (2017), "Artificial Intelligence: Technology Landscape" – Infographic (<https://www.callaghaninnovation.govt.nz/sites/all/files/callaghan-innovation-infographic-artificial-intelligence.pdf>, letöltve: 2018.09.29.)
- Daisy Intelligence (2018), "How AI powers Pricing Optimization to Drive Maximum Profitability for Grocers", 2018.04.18. (<http://www.daisyintelligence.com/how-ai-powers-pricing-optimization-to-drive-maximum-profitability-for-grocers/>, letöltve: 2018.09.30.)
- Danyi P. (1992) *A bírói döntéshozás tudásmérnöki modellezése és számítógépes támogatása prece-densek felhasználásával*, Kandidátusi értekezés, MTA SzTAKI
- Dealavo (2018) "Make decisions based on high quality data" (<https://dealavo.com/en/why-dealavo/>, letöltve: 2018.11.12.)
- Didur, I. (2018), "Dynamic pricing algorithms on Uber and Lyft", 2018.05.29. (<https://datarootlabs.com/uber-lift-gett-surge-pricing-algorithms/>, letöltve: 2018.09.30.)
- Eliot (2018), kalkulációs honlap (<https://www.eliotandme.com/>, letöltve: 2018.10.01.)
- Hill, D. (2015), "How much is your spare room worth?" *Spectrum .IEEE.org*, North American, Sep 2015., pp.33-36, 57-58
- Nanalyze (2018), "An App to Predict Airfare Prices that Uses AI", 2018.10.08. (<https://www.nanalyze.com/2018/10/app-predict-airfare-prices-ai/>, letöltve: 2018.10.12)
- Industry Research (2018), 2018-2025 Price Optimization Software Report on Global and United States Market, Status and Forecast, by Players, Types and Applications, 2018.04.24. (<https://www.industryresearch.biz/2018-2025-price-optimization-software-report-on-global-and-united-states-market-status-and-forecast-by-players-types-and-applications-12218587>, letöltve: 2018.10.22.)
- Intelligence Node (2018), Termékek ismertetése (<http://www.intelligencenode.com/products/>, letöltve: 2018.10.01.)
- Jesus, A. de (2018), "AI for Pricing – Comparing 5 Current Applications", *TechEmergence* 2018.08.03. (<https://www.techemergence.com/ai-for-pricing-comparing-5-current-applications/>, letöltve: 2018.09.30.)
- Kaminski, K. (2015) "Dealavo Smart prices" Slideshow, 2015.01.26. p.10., (<https://www.slideshare.net/KamilKamiskil/prezentacja-dealavo-2>, letöltve: 2018.11.07.)
- Laptev, N., Shanmugam, S., and Smyl, S. (2017), "Engineering Extreme Event Forecasting at Uber with Recurrent Neural Networks", 2017.06.09., (<https://eng.uber.com/neural-networks/>, letöltve: 2018.10.01.)
- Maynez, N. C. (2018), "19 Artificial Intelligence Technologies That Will Dominate In 2018", (<https://blog.adext.com/en/artificial-intelligence-technologies-2018>, letöltve: 2018.09.29.)
- Miaillhe, N., Hodes, C. (2017) "The Third Age of Artificial Intelligence", *Field Actions Science Reports* [Online], Special Issue 17, 2017.12.31, (<http://journals.openedition.org/factsreports/4383>, letöltve: 2018.09.30.)
- McKinsey (2018): Price Advisor service, (<https://www.periscope-solutions.com/solutions/pricing-solutions/price-advisor/>, letöltve: 2018.10.08.)
- Mogg, T. (2017), New AI tells you how much you can rent your place for on Airbnb, 2017.08.09. (<https://www.digitaltrends.com/web/airbnb-room-rental-calculator/>, letöltve: 2018.09.30.)
- Nanalyze (2018), "An App to Predict Airfare Prices that Uses AI", 2018.10.08. (<https://www.nanalyze.com/2018/10/app-predict-airfare-prices-ai/>, letöltve: 2018.10.12)
- Navetti (2018), PricePoint termék ismertetés (<https://www.navetti.com/our-expertise/navetti-pricepoint/>, letöltve: 2018.10.01.)
- Optimus (2018), honlap (<https://optimusprice.ai/>, 2018.10.01)
- Pearson, J. (2017), "Uber Is Using AI to Charge People as Much as Possible for a Ride", 2017. 05.19. (https://motherboard.vice.com/en_us/article/ywmex5/uber-is-using-ai-to-charge-people-as-much-as-possible-for-a-ride, letöltve: 2018.10.01.)
- Press, G. (2017), Top 10 Hot Artificial Intelligence (AI) Technologies, (<https://www.forbes.com/sites/gilpress/2017/01/23/top-10-hot-artificial-intelligence-ai-technologies/#10182c719287>, letöltve: 2017.01.23.)
- Purcell, B. et al. "The Forrester Tech Tide™: Artificial Intelligence For Business Insights, Q3 2018, Road Map: The Customer Analytics Playbook", *Forrester Report*. 2018.09.28. (<https://www.forrester.com/report/The+Forrester+Tech+Tide+Artificial+Intelligence+For+Business+Insights+Q3+2018/-E-RES143252>, letöltve: 2018.09.30.)
- Reketye, G. (2011), *Multidimenziális árazás*, Akadémiai Kiadó
- Reketye G. (2012) "Az árak észlelése és értékelése", *Vezetéstudomány*, 2015/5, 2-13

- Shartsis, A. (2016) *The Ultimate Guide to Pricing Strategy: A Playbook for Behavior-Based Pricing and Promotions*, Perfect Price
- Weinswig, D. (2018) "Dynamic Pricing: Hard to Compete with AI on Pricing", Core-sight Research, 2018.02.20. (<https://www.funfglobalretailtech.com/wp-content/uploads/2018/02/Dynamic-Pricing-Hard-to-Compete-with-AI-on-Pricing-February-20-2018.pdf>, letöltve: 2018.09.30.)
- Wiggers, K. (2018), "Eversight uses AI to optimize pricing in brick-and-mortar stores", 2018.06.25. (<https://venturebeat.com/2018/06/25/eversight-uses-ai-to-optimize-pricing-in-brick-and-mortar-stores/>, letöltve: 2018.09.30.)

Danyi Pál CSc., egyetemi docens
danyi@mvt.bme.hu

Budapesti Műszaki és Gazdaságtudományi Egyetem
Menedzsment és Vállalkozásgazdaságtan Tanszék

Application of Artificial Intelligence in Pricing

THE AIMS OF THE PAPER

For the experts of commercial pricing, the re-discovery of Artificial Intelligence (AI) a couple of years ago raises the question of what this will bring in the next decade. Pricing robots have emerged recently. Media has increasing coverage on AI in pricing, whether it is in tourism, car sharing, apartment renting or commerce. The study summarizes the world's current state, and what to expect regarding usage of intelligent algorithms in pricing in the next 5-10 years.

METHODOLOGY

In addition to a secondary research, an analysis was made to discover the opportunities of applying AI methods.

MOST IMPORTANT RESULTS

Based on the research we argue that significant changes can be expected in pricing. Data driven pricing extended with AI elements will spread not only among large companies, but also in SME sector. Primarily dynamic pricing, continuous tuning of prices, and even personalized pricing will be typical. Business process of pricing will also be automated, and we will bargain for the price of a product as part of a robotic process. AI will become the new norm in pricing soon, it cannot be neglected. Humans should not be ignored in the process, but win-win situation will be found with the use of AI.

RECOMMENDATIONS

It is worth starting to experiment with prices by applying AI, especially deep learning, because this will result in competitive advantage.

Keywords: intelligent pricing, artificial intelligence, dynamic pricing, machine learning, deep learning