



LAKATOS, KÖVES AND PARTNERS
LAW FIRM

Algoritmikus árazás és kollúzió

Algoritmikus árazás és versenypolitika
workshop

Ritter Eszter és Szabó V. László

2025. március 5.

INNOVATIVE
INDEPENDENT
INTERNATIONAL

Az algoritmikus árazás és főbb típusai

Mi az algoritmikus árazás?

- Az algoritmikus árazás olyan technológia, amelyben az árak meghatározását algoritmusok végzik, emberi beavatkozás nélkül vagy minimális emberi felügyelettel.
- Az algoritmikus árazás a mesterséges intelligencia és a gépi tanulás technológiáinak fejlődésével vált széles körben elérhetővé.

1. Dinamikus árazás

1. Az árak valós időben változnak, a kereslet, kínálat vagy egyéb piaci tényezők függvényében.
2. Példa: Légitársaságok és szállodák - foglalások száma és az utazási időpont közelsége

2. Versenyalapú árazás

1. Az algoritmusok a versenytársak árait figyelik, és ahhoz igazítják a saját árakat.
2. Példa: E-kereskedelmi platformok, ahol az árak a versenytársak áraitól függően vált.

3. Értékalapú árazás

1. Az árak meghatározása a termék vagy szolgáltatás által az ügyfél számára nyújtott érték alapján
2. Példa: Streaming szolgáltatások - előfizetői szokások alapján

4. Időalapú árazás

1. Az árak időbeli tényezők (például napszak, évszak) alapján változnak.
2. Példa: Élelmiszer-kiszállítás, ahol az árak magasabbak lehetnek csúcsidőben.

5. Személyre szabott árazás

1. Az árakat egyéni vásárlói szokások, viselkedés vagy demográfiai adatok alapján definiálják
2. Példa: Online kiskereskedők, ahol a felhasználók múltbeli vásárlásai alapján áraznak.

6. Prediktív árazás

1. Az árakat a kereslet jövőbeni alakulása alapján határozzák meg.
2. Példa: Raktárkezelésnél az árak optimalizálása a várható kereslet alapján.

Az algoritmikus kollúzió fogalma és típusai

A piaci szereplők algoritmusokat használnak árazásra vagy egyéb üzleti döntésekre, és ezek az algoritmusok – akár emberi beavatkozás nélkül is – versenyt korlátozó hatásokat idézhetnek elő.

1. Kifejezett algoritmikus kartell (explicit collusion)

1. A vállalatok szándékosan olyan algoritmusokat fejlesztenek, amelyek összehangolt árképzést vagy piacfelosztást valósítanak meg.
2. Példa: Több cég közösen használ egy harmadik féltől származó algoritmust, amely biztosítja, hogy az árak ne csökkenjenek egy bizonyos szint alá.

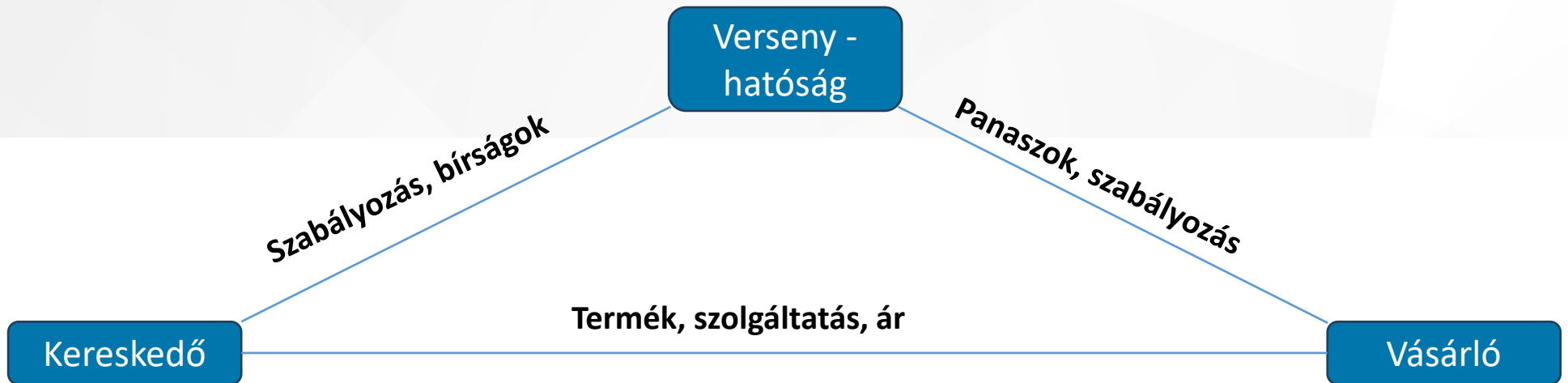
2. Megkönnyített algoritmikus kartell (facilitated or “hub and spokes” collusion)

1. A cégek ugyan nem állapodnak meg formálisan, de egy közös, például egy független árazási platformot vagy adatbázist használnak, amely lehetővé teszi az árinformációk megosztását és ezáltal a verseny korlátozását.
2. Példa: Az utazásmegosztó, szállásfoglaló platformok algoritmusai segíthetnek a verseny elkerülésében.

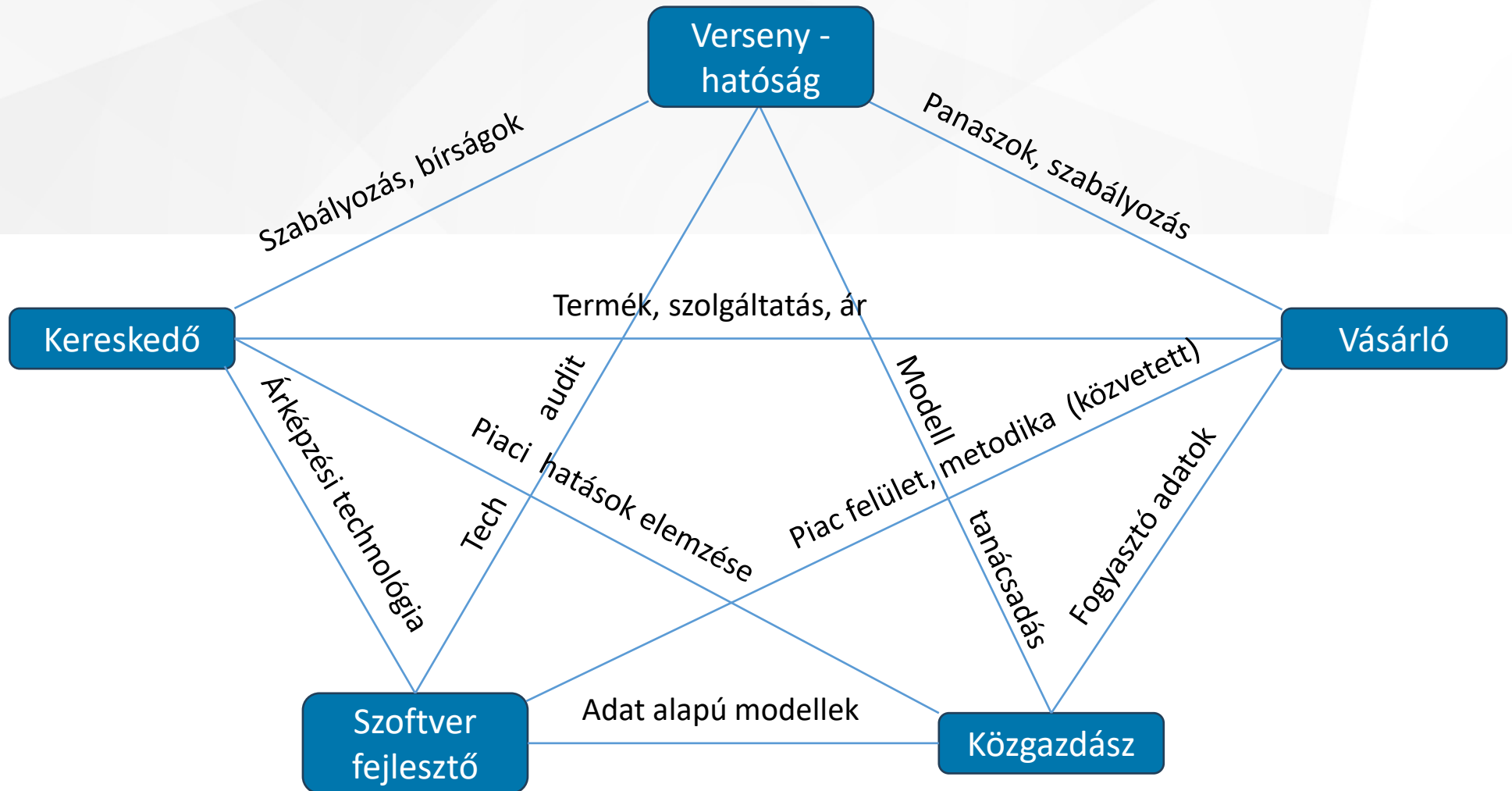
3. Önkéntelen algoritmikus kollúzió (tacit collusion)

1. Az algoritmusok – emberi beavatkozás nélkül – képesek egymás viselkedését megtanulni és összehangolt áremeléseket végrehajtani.
2. Példa: Ha több vállalat mesterséges intelligenciát használ az árképzéshez, és ezek az algoritmusok felismerik, hogy az árverseny csökkenti a profitot, akkor egyfajta „csendes megállapodás” alakulhat ki.

Hagyományos árképzési ökoszisztéma



Algoritmikus árképzési ökoszisztéma



Közgazdasági megközelítés

A közgazdaságtanban a kollúzió olyan helyzet, amelyben piaci szereplők nem versenyeznek egymással teljes mértékben, hanem együttműködnek a profitszerzés érdekében. **Ez egy leíró jellegű és nem szükségszerűen érték-alapú megközelítés.**

Az algoritmusokkal megvalósuló kollúzióban való esetleges közreműködés az alábbi módokon történhet:

A) Gazdasági modell építés

- Homogén termékes (St.Bertrand)
- Kapacitás korlátos (Bertrand - Edgeworth)
- Helyettesítő termékes (Logit Bertrand)
- Hibrid modellek

B) Adatbázis építés

- Kereleti
- Kínálati
- Ár adatbázis

C) Piaci környezet elemzés

- Verseny elemzés
- Trend előrejelzés

D) Megrendelő

- Termelő, szolgáltató
- Szoftver fejlesztő
- Szabályozó, versenyhatóság

Szoftverfejlesztői érintettség I.

A szoftverfejlesztők alapvetően **a megrendelői igények alapján dolgoznak**, és általában nem független piaci szereplők a versenyjogi összefüggésekben.

A) Direkt programozott kollúzió

- Egy fejlesztő szándékosan olyan algoritmust ír, amely **közvetlenül összehangolja az árazási döntéseket más piaci szereplők algoritmusával**.

Ez egyértelmű versenyjogi jogsértés, és a fejlesztő vagy a vállalat közvetlen felelősségre vonható.

B) Harmadik fél által fejlesztett szoftverek és felelősség

- Nem ritka, hogy egy fejlesztő **egy harmadik szoftverfejlesztő féltől vásárolja az árképzési algoritmus bizonyos részeit (program csempéket)**, így nem minden fejlesztő vesz részt közvetlenül a piaci folyamatokban.
- Ha egy fejlesztő tudatában van, hogy egy olyan terméket ad tovább, amelyről tudnia kellene, hogy **versenyellenes viselkedést ösztönözhet**, akkor felelőssé válhat.
- Nem ritka az, hogy az alvállalkozói program elemek mély működésével nincsenek a fővállalkozók sem teljes mértékben a tudatában, akár nem is osztják ezt meg velük.

Szoftverfejlesztői érintettség II.

C) Felelősség a nyílt forráskódú algoritmusok esetén

- Nyílt forráskódú árképzési algoritmusokat is vizsgálhatnak, különösen, ha azok széles körben elérhetőek, és lehetőséget biztosítanak a vállalatoknak a versenyellenes stratégiák beállítására.
- Egy fejlesztő jogilag ritkán felelős egy nyílt forráskódú algoritmusért, **de ha egyértelműen kartellösztönző funkciókat épít be**, akkor az más megítélés alá eshet.

D) Öntanuló algoritmusok és nem szándékos kollúzió

- Ha egy fejlesztő olyan **gépi tanulási modelleket hoz létre**, amelyek nem előre programozott szabályok szerint működnek, hanem a piaci környezetből **maguktól „tanulják meg” a verseny csökkentését**, az komoly szűrkezónát jelenthet.

Itt a fejlesztők felelőssége kérdéses:

- Ha az algoritmus teljesen autonóm módon éri el a kollúziós eredményt, akkor a felelősség megoszlik a fejlesztő és a használó vállalat között.
- Ha a fejlesztő olyan paramétereket épített be, amelyek „elősegítik” a kollúziót (pl. túlzottan magas versenytárskövetési arány), akkor könnyebben bevonható a jogi vitába.
- Ha egy fejlesztő olyan **gépi tanulási vagy mestereséges intelligencia modelleket hoz létre**, amelyek nem előre programozott szabályok szerint működnek, hanem a piaci környezetből **maguktól „tanulják meg” a verseny csökkentését**, az komoly szűrkezónát jelenthet.
- Ekkor a BLACK BOX megítélése kerül az asztalra.

Versenyjogi megközelítés

A versenyjog célja, hogy biztosítsa a piaci verseny tisztaságát és védje a fogyasztókat a kartellszerű magatartásoktól. Szemben a közgazdasági megközelítéssel **ez egy értékalapú megközelítés**, ami a verseny ösztönzését preferálja. Az algoritmikus kollúzió kapcsán az alábbi jogi kérdések merülnek fel:

A) Klasszikus kartelltilalom

- Ha a vállalatok **szándékosan állítanak be algoritmusokat**, hogy egymással koordinált módon működjenek, akkor az jogellenes kartellnek minősülhet.
- Az EU és az USA versenyhatóságai ezt hasonlóan kezelik, mint a hagyományos kartellmegállapodásokat.

B) Tacit kollúzió és jogi felelősség

- Ha az algoritmusok emberi beavatkozás nélkül vezetnek versenyellenes kimenetelhez, **ki a felelős** érte?
- Egyes versenyhatóságok szerint az algoritmusokat fejlesztő vagy használó cégek felelőssé tehetőek, még ha közvetlen szándék nem is bizonyítható.

C) Versenyjogi kihívások

1. **Bizonyíthatóság:** Nehéz bizonyítani, hogy az algoritmusok versenyellenes koordinációt folytatnak-e, vagy csak a piaci dinamikák miatt alakítják ki hasonló árazási mintázatokat.
2. **Szabályozás:** A jelenlegi versenyjogi szabályok főként emberi döntéshozatalon alapuló kartellekre lettek tervezve, így az MI-alapú rendszerek új szabályozási megközelítést igényelhetnek.
3. **Piaci hatások:** Az algoritmikus kollúzió hosszú távon csökkentheti a versenyt és a fogyasztói jólétet, mivel az árak folyamatosan magasabb szinten maradhatnak.

Az árképző algoritmusok hallgatólagosan összejátszhatnak?

Sh. Deng, M. Schiffer, M. Bichler: Algorithmic Collusion in Dynamic Pricing with Deep Reinforcement Learning (ArXiv)

Cikk: Vajon az árképző algoritmusok hallgatólagosan összejátszanak-e a kartellszerű árak megállapítása érdekében anélkül, hogy kifejezetten erre tervezték volna őket.

Algoritmus	Modell	Standard Bertrand	Bertrand Edgeworth	Logit Bertrand	Algoritmus jellemző
TQL		Erős Koll - Disp	Erős Koll	Erős Koll - Disp	Off-Policy
DQN		Erős Disp - Koll	Erős Koll	Közepes Koll	Off-Policy
SAC		Erős Koll	Erős Koll	Erős Koll	Hibrid
PPO - C		Közepes Koll	Erős Koll	Gyenge Koll	Policy Optimisation
PPO - D		Erős Koll	Erős Koll	Közepes Koll	Policy Optimisation
Modell jellemző		Egységes termék	Kapacitás korlátos	Helyettesítő termék	

- A különböző algoritmusok alkalmazásának az eredménye a piac szerkezettől nagyban függ
- A policy optimisation algoritmusok kevésbé hajlamosak a kollúzióra, főleg helyettesítő termék jelenlétében
- A meta feltevések további bizonytalanságot hoznak modell teljesítmény megítélésében.

Mind az algoritmus, mind a piaci szerkezet, mind a modell ismerete szükséges annak megítéléséhez, hogy az adott algoritmus alkalmazásának van-e negatív piac torzító hatása.

Algoritmikus árazás – gyakran idézett eddigi tapasztalatok 1.

Horizontális összefüggésben:

- Az algoritmus az árkartell kivitelezésében segít
 - Topkins US and GB Eye Trod UK (CMA) – CMA poszter kartell
 - Proptech – spanyol ingatlanügynökök
- Az algoritmus több eladó árát befolyásolja közös platformon
 - Amerikai RealPage ügy, Duffy v Yardi
- A felek azonos árazási algoritmust használnak
 - Német benzinkutak: árazási szoftver (a2i) hatásainak vizsgálata (**kutatás**) – (Assad és mások, 2020.)
 - Algoritmikus árazás vizsgálata szimulált környezetben (**kutatás**) (Calvano és mások, 2019.)
 - Gibson v MGM (2023/2024)

Algoritmikus árazás – gyakran idézett eddigi tapasztalatok 2.

Vertikális összefüggésben:

- Az algoritmust RPM monitoringhoz használják
 - Asus, Denon & Marantz, Philips, and Pioneer
 - Samsung (ACM)

Egyoldalú magatartások

- Még nincs jogeset, problémafelvetések vannak

OECD Background Note: Algorithmic Competition May 2023

- https://www.oecd.org/content/dam/oecd/en/publications/reports/2023/05/algorithmic-competition_2be02d00/cb3b2075-en.pdf

Melléklet

Az árképző algoritmusok hallgatólagosan összejátszhatnak? - háttér

- Több Bertrand-oligopólium változatot vizsgáltak
- Az algoritmikus összejátszás az alkalmazott algoritmustól függ
- A TQL (táblázatos Q-tanulás) alapú, off-policy algoritmus a DRL (Deep Reinforcement Learning) algoritmusokhoz képest nagyobb mértékű összejátszást mutat.
- PPO (Proximal Policy Optimization) on-policy algoritmus kevésbé tűnik érzékenynek az összejátszásra, mint a többi korszerű DRL-algoritmus.

Az elemzés három versenymodellt vizsgál:

- 1. Standard Bertrand-modell** – Homogén termékek, a vevők az alacsonyabb árú terméket választják.
- 2. Bertrand-Edgeworth-modell** – Korlátozott gyártási kapacitás, ami árnövekedéshez vezethet.
- 3. Logit Bertrand-modell** – A fogyasztói döntések függnak a termék minőségétől és helyettesíthetőségétől

Vizsgált algoritmusok:

- **TQL (Tabular Q-learning)** – Hagyományos, táblázatos alapú tanulás. (Watkins, 1989)
- **DQN (Deep Q-Networks)** – Mélytanulás alapú értékfüggvény-becslés. (Minh, et al. 2015)
- **SAC (Soft Actor-Critic)** – Hibrid On-policy és értékfüggvény-alapú algoritmus. (Haarnoja, et al. 2018)
- **PPO (Proximal Policy Optimization)** – Hatékony és stabil on-policy algoritmus. (Schulman, et al. 2017)