

# Döntéstámogatás

Intelligens technikák a döntéstámogatásban

A gépi tanulás alaplódszere – Döntési fa



# Ágensek

- Az új szemléletű, viselkedésalapú megközelítés szerint: **mesterséges intelligencia célja** az, hogy a feladatmegoldást olyan ágensekkel végeztesse el, amelyek az intelligens viselkedés bizonyos vonásaival rendelkeznek.
- Egy **ágens** lehet bármely dolog, amely érzékelői segítségével **észleli környezetét**, majd megfelelő **döntéseket hozva** tevékenységével **visszahat** rá.
- Egy ágens realizálásához szükség van a következő **képességek** bizonyos mértékére:
  - Érzékelés
  - Észlelés
  - Tudásszerzés
  - Döntéshozatal
  - Következtetés
  - Tanulás és
  - Tevékenységvégzés

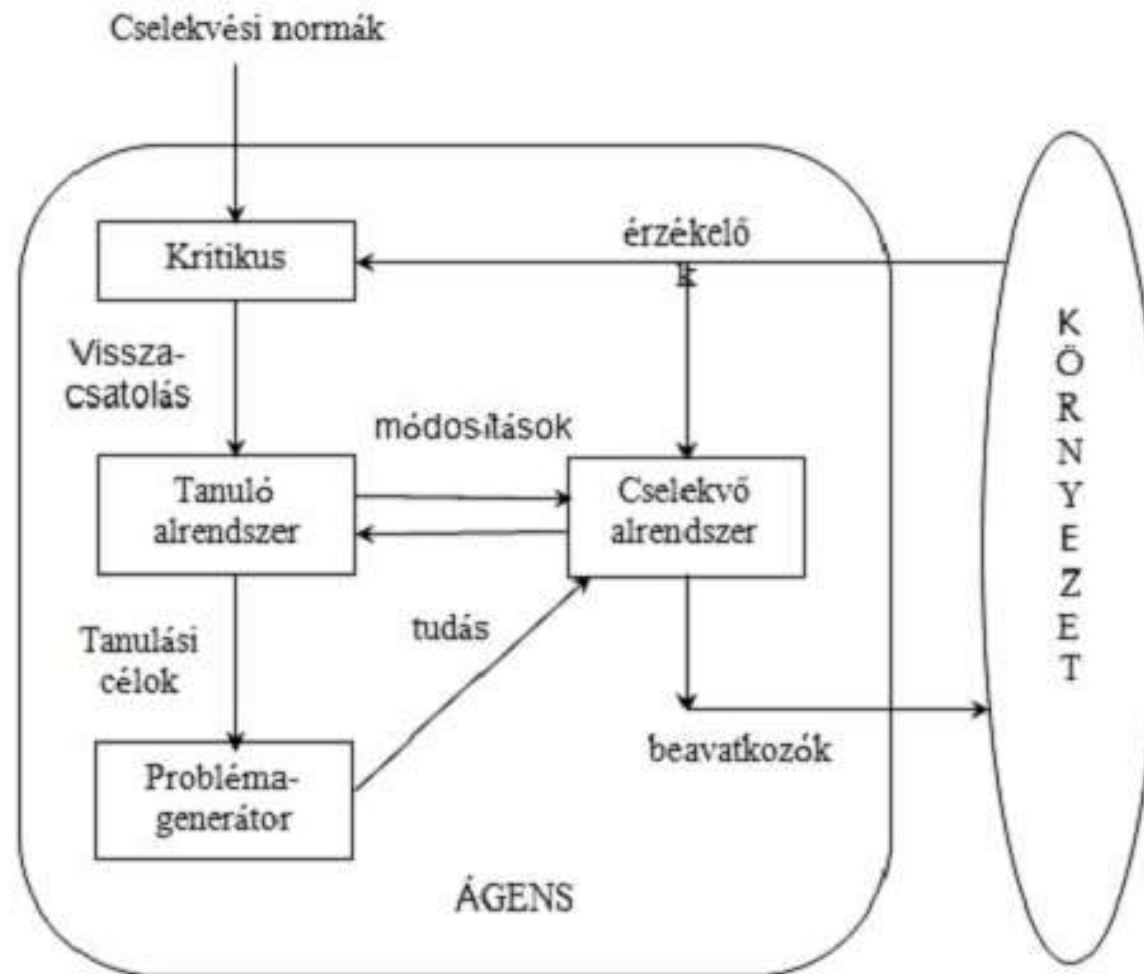
# Az ágensek lehetséges osztályozása

- **Egyszerű vagy reflexágens:** figyeli környezetét, és ennek megfelelően reagál annak változásaira
- **Célirányított ágens:** vannak céljai, tevékenységét ennek megfelelően irányítja. Lehet több célja is, és lehet ellentmondás is a célok között
- **Haszonelvű ágens:** olyan célirányított ágens, amely döntésekor, tevékenységének meghatározásakor az egyes célok eredményessége, haszna szerint súlyoz
- Egy **intelligens vagy racionális ágens** olyan haszonelvű ágens, amely a pillanatnyilag rendelkezésére álló információ birtokában az adott cél elérése érdekében a lehető legjobbat, a számára leghasznosabbat teszi. (*A racionalitás elve:* az ágens saját tudását az adott cél elérése érdekében használja fel.)
- A **multiágens rendszerek** több ágens munkájára alapozó, elosztott rendszerek, amelyekben az egyes ágensek (ágensalapú szoftvermodulok vagy robotok stb.) egymással *együttműködve* és *kooperálva* dolgoznak.

# Ágens definíció

- **Általánosan** bármi lehet ágens, ami bizonyos fokú **önállósággal** bír, valamilyen **környezet veszi körül** és reaktív, vagyis **érezkeli környezetét és reagál** az abban bekövetkező változásokra.
- **MI szempontjából**: Az ágens egy olyan rendszer, amely a következő tulajdonságokkal rendelkezik:
  - **Beágyazottság**: a környezetbe ágyazottak, abból kiemelve nem tudnak funkcionálni.
  - **Reaktivitás**: az ágensek érzékelik környezetüket, valamint valós időben reagálnak, az abban bekövetkezett változásokra.
  - **Autonómia**: az ágensek önállóan, emberek vagy mások direkt beavatkozása nélkül működnek és meghatározott mértékű kontrolljuk van a saját akcióik és belső állapotuk felett.
  - **Helyzetfüggőség**: az ágensek helyzethez és szerephez kötötten ágensek csupán.
  - **Racionalitás**: az ágens a rendelkezésre álló számítási kapacitás és egyéb erőforrások mellett a lehető legjobb alternatívát választja.
  - **Tanulás**: az ágens képes új ismereteket gyűjteni környezetéből és azt tárolni, felhasználni. A tanultak alapján viselkedését megváltoztathatja.
  - **Alkalmazkodás**: képes tanulni a cselekedetei hatásából és a tanultakat felhasználva változtatni tud tervein, annak érdekében, hogy tevékenysége optimálisabb legyen.
  - Személyiség stb.

# A tanuló ágensek általános modellje

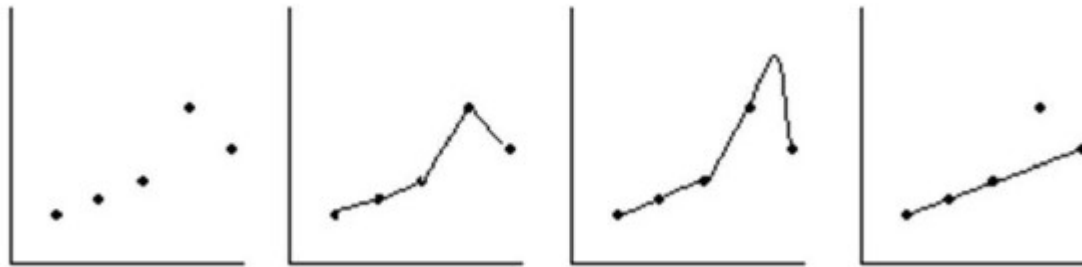


Egy **algoritmus tanul**, ha egy feladat megoldása során olyan változások következnek be a működésében, hogy később ugyanazt a feladatot vagy ahhoz hasonló más feladatokat jobban eredményel, ill. hatékonysággal képes megoldani, mint korábban.

# Induktív tanulás

- Azt mondjuk, hogy egy **példa** egy  $(\mathbf{x}, f(\mathbf{x}))$  adatpár, ahol  $\mathbf{x}$  a bemenete,  $f(\mathbf{x})$  a kimenete az  $\mathbf{x}$ -re alkalmazott leképezésnek.
- Feladata: az  $f$ -re vonatkozó minták (példák) egy halmaza alapján, adjon meg egy olyan  $h$  leképezést, amelyik közelíti  $f$ -et. A  $h$  leképezést **hipotézis**nek nevezzük.

• Pl.

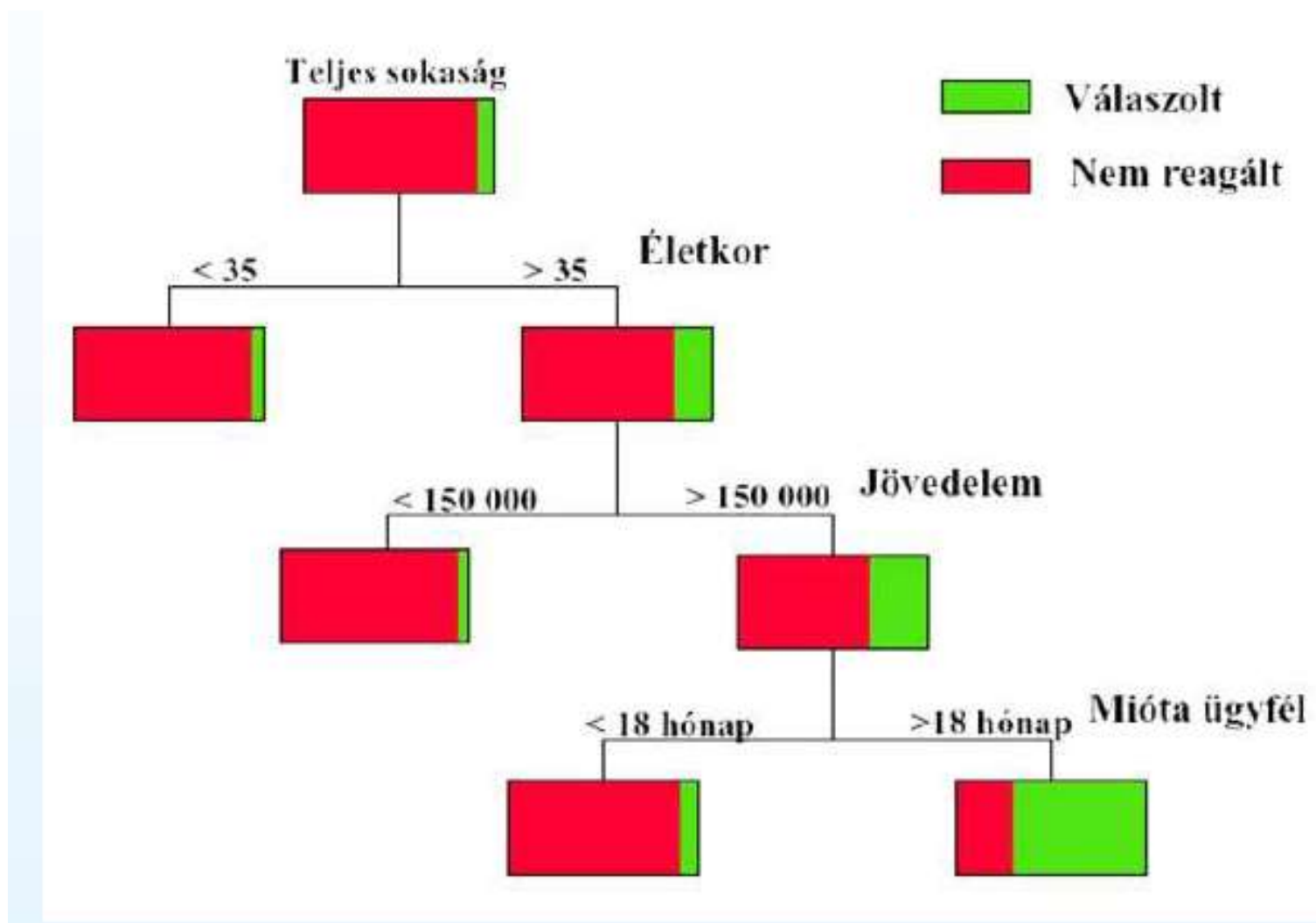


- Megjegyzés: Az igazi  $f$  függvény nem ismert, így számos elképzelhető választás van  $h$ -ra, további tudás nélkül nem tudhatjuk, hogy melyiket részesítsük előnyben.

# A döntési fákat a döntéstámogatás során számos helyen használhatjuk

- A **döntési fa bemenete** egy tulajdonsághalmaz segítségével leírt objektum vagy szituáció, **kimenete** pedig egy döntés.
- A döntési fákból könnyen nyerhetünk „**ha-akkor**” típusú osztályozási **szabályokat**. Ezen szabályok összességét **szabálybázis**nak nevezzük.
- A szabálybázis minden szabálya a fa gyökerétől egy-egy levél felé haladó útvonal alapján jön létre úgy, hogy a szabály **feltétel részében** az útvonalban szereplő csomópontokhoz tartozó feltételeket **ÉS** kapcsolattal összekötjük.
- A szabály **következmény részét** a fa adott levele definiálja.

# Példa döntési fára





# Döntési fák kialakítása példák alapján

- A példát az **attribútumok értékeivel** és a **célpredikátum értékeivel** jellemezzük.
- A célpredikátum értékét a példa **besorolásának** hívjuk.
- Ha a célpredikátum értéke egy példára igaz, akkor azt **pozitív példának**, egyébként **negatív példának** tekintjük.
- A teljes példahalmaz azon részét, amelyet a betanításhoz használunk, **tanítóhalmaznak** nevezzük.

Határozza meg, hogy milyen tulajdonságokkal rendelkezik egy jól eladható serpenyő!

- Attribútumok és lehetséges értékeik:

alapanyag	bevonat	nyél	szín
alumínium	teflon	fa	fekete
acél	króm	fém	barna
vas	nincs	műanyag	bordó piros

- Példák halmaza:

Példa	alapanyag	bevonat	nyél	szín	Belépés a piacra?
1	alumínium	nincs	fa	piros	nem
2	vas	nincs	fém	fekete	igen
3	acél	króm	fa	barna	igen
4	alumínium	teflon	műanyag	bordó	igen
5	acél	teflon	műanyag	barna	igen
6	acél	króm	fém	barna	nem

- Rajzolja fel a feladat által meghatározott döntési fát, végezze el a szükséges számolásokat!

# Megoldás keresése

- A fogalmi tanulást tekinthetjük egy **keresési feladat**nak, mivel az a cél, hogy a hipotézisek terében megkeressük azt a hipotézist, amelyik a legjobban illeszkedik a tanulási példákra.
- Mivel a hipotézistér általában nagyméretű, ezért fontos, hogy **hatékony keresési módszerrel** tudjuk kiválasztani a legjobban illeszkedő hipotézist.
- **Kiindulás:** Az induktív tanulás során olyan  $h: X \rightarrow \{0, 1\}$  hipotézist keresünk, amelyre teljesül, hogy  $h(x) = f(x)$  minden  $x \in X$  példányra.

# Algoritmus lépései (döntési fa felépítése)

Kezdetben a fa egy címkézetlen (gyökér) csúcsból áll, amelyhez az összes **tanító példát  $P$**  és **attribútumot  $A$**  hozzárendeljük. Adott egy **címkézetlen  $n$  csúcs**:

1. Ha  **$P = \mathbf{0}$** , akkor **levélcsúcs**ot kaptunk, amelynek értékét a szülőcsúcs példáinak többségi szavazása alapján döntjük el.
2. Ha  **$P$  csak pozitív (vagy csak negatív) példából áll**, akkor egy **igen (illetve nem) levélcsúcs**nál vagyunk.
3. Ha  **$A = \mathbf{0}$** , akkor is **levélcsúcs**ot kaptunk, és a csúcs pozitív és negatív példáinak többségi szavazása alapján döntjük el annak értékét.
4. Egyébként a **legnagyobb információs előnnyel járó**, még teszteletlen  **$a \in A$**  attribútumot rendeljük az  **$n$**  csúcsához, majd generáljuk az összes (címkézetlen) gyereket:
  - Ezekhez az  **$a$**  lehetséges értékeivel címkézett élek vezetnek.
  - Ha az  **$a$**  címkéjű  **$n$**  csúcsból az  **$m$**  csúcsba a  **$v$**  címkéjű él vezet, akkor az  **$m$**  csúcsához rendelt
    - Példák:  $P_{a=v} = \{p \in P \mid p.a = v\}$
    - Attribútumok:  $A = A - \{a\}$
  - Végül minden gyerekre ismételjük meg rekurzív módon az 1-4. lépéseket.

# ID3 algoritmus

- A döntési fa konstruálásának legfontosabb kérdése, hogy a fa adott pontjában melyik attribútum értéke szerint végezzük el a tesztet.
- Azt az attribútumot célszerű választani, amelyik a **leghasznosabb a példák osztályozására**.
- Ezen hasznosság mérésére bevezethető egy mérőszám, az ún. **információs előny**, ami megmutatja, hogy egy adott attribútum szerinti teszt egyedül milyen jól osztályozná az adott tanulási példákat.

# Entrópia definíció

- Az adathalmaz entrópiája az adathalmaz rendezetlenségét jelöli.
- Legyen  $P$  pozitív és negatív példák gyűjteménye egy adott fogalomra vonatkozóan.
- A  $P$  entrópiája:  
$$E(P) = E(P^+, P^-) = -P^+ * \log_2 P^+ - P^- * \log_2 P^-$$
ahol  $P^+$  a pozitív,  $P^-$  a negatív példák arányát jelöli  $P$ -ben.
- Az ID3 algoritmusban használt **információs előny mérőszám** azt mutatja meg, hogy egy adott attribútum szerinti osztályozás mennyivel csökkenti a  $P$  entrópiáját.

$$C(P, a) = E(P) - \sum_{v \in \text{ertek}(a)} \frac{|P_{a=v}|}{|P|} * E(P_{a=v})$$

# Teljesítmény becslés

Lehetőségünk van a tanulási algoritmus teljesítményét megbecsülni.

A tanulási algoritmus akkor megfelelő, ha jó hipotéziseket szolgáltat azokban az esetekben is, amelyeket nem látott előre.

A vizsgálatot a példák egy teszhalmazán végezhetjük el, amelyhez a következő lépéseket kell végig követnünk:

1. Gyűjtsük össze a példák egy nagy halmazát.
2. A példahalmazt bontsuk szét két diszjunkt halmazra: egy tanítóhalmazra és egy teszhalmazra.
3. A tanuló algoritmust a tanítóhalmaz példáira alkalmazva állítsuk elő a **H** hipotézist.
4. Vizsgáljuk meg, hogy **H** a teszhalmaz példáinak hány százalékát sorolja be helyesen.
5. Ismételjük meg az 1-4 lépéseket különböző tanítóhalmaz méretekre, és mindegyik mérethez különböző teszhalmazra.

Eredményként kapunk egy adathalmazt, amellyel az átlagos jóslási képesség a tanítóhalmaz méretének a függvényében vizsgálható.

Egy ilyen jellegű vizsgálat kapcsán megfigyelhető, hogy a tanítóhalmaz méretének a növekedésével a jóslás minősége javulni fog.