

# Intelligens Számítási Módszerek Ágensek

**2005/2006. tanév, II. félév**

**Dr. Kovács Szilveszter**

**E-mail: [szkovacs@iit.uni-miskolc.hu](mailto:szkovacs@iit.uni-miskolc.hu)**

**Miskolci Egyetem**

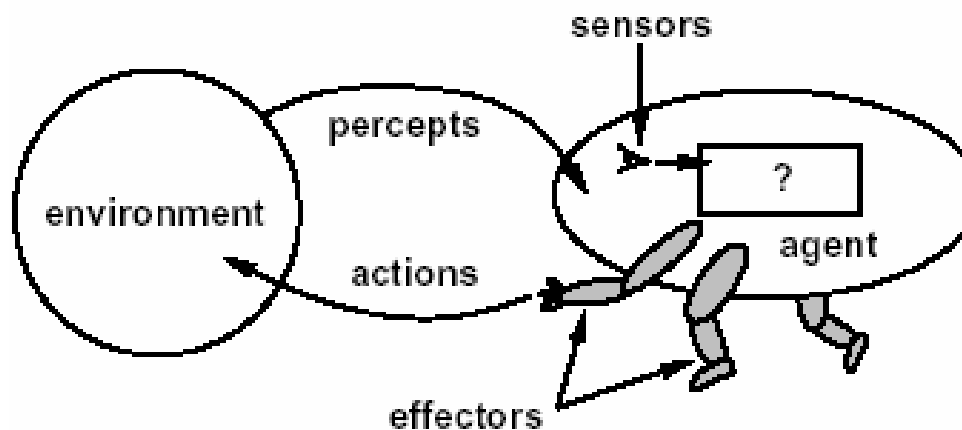
**Informatikai Intézet 106. sz. szoba**

**Tel: (46) 565-111 / 21-06 mellék**

# Intelligens ágens

- **Az ágens fogalma**
- **A helyes cselekedet (racionalitás)**
- **Ágenstípusok**
- **Az ágens és környezete**
- **Környezettípusok**

# Ágens



**Bármilyen lehet ami:**

**érzékelői (sensors) segítségével érzékeli (percepts) környezetét és beavatkozó szervei (effectors) segítségével megváltoztatja (acting).**

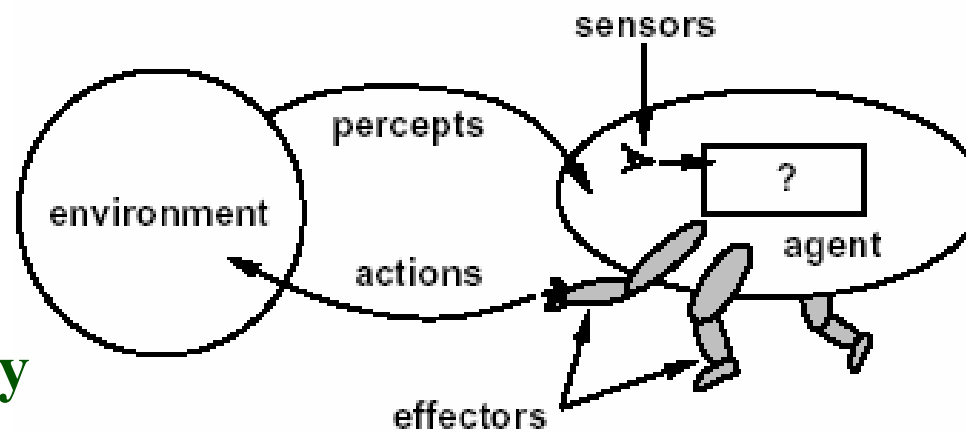
Ágens	Érzékelők	Beavatkozó szervek
Ember	kéz, fül, szem, stb.	kéz, láb
Robot	kamera, szenzorok, stb.	motorok, manipulátorok
Szoftver	kódolt bitsorozat	kódolt bitsorozat

# Ágens

## Szűkebb értelmezés:

**Az ágens olyan rendszer, amely**

- **környezetbe ágyazott,**
- **reaktív: érzékel és reagál,**
- **raciónalis: helyesen cselekszik.**
- **Lehet autonóm: saját tapasztalatai alapján, emberi beavatkozás nélkül működik.**
- **Lehet reflexszerű, cél, vagy hasznosságvezérelt.**



# Cél: Az ágens jó (helyes) munkát végezzen a környezetére hatva

- Racionális ágens – amelyik helyesen cselekszik, nem cselekszik tudatosan a célja ellen, igyekszik a legjobb megoldást választani
- A helyes cselekedet az, amely az ágenst a legsikeresebbé teszi – lehetővé teszi teljesítménye maximalizálását
- Az ágensnek ismeretekkel kell rendelkeznie

## Hogyan döntsük el az ágens sikerességét?

- Cél az objektív teljesítménymérték megtalálása
- Meghatározó tényezők:
  - a környezet
  - a feladat
  - a mérés időpontja és időtartama
  - mire terjedjen ki a figyelme?
  - milyen cselekvéseket képes végrehajtani?

# Teljesítménymérték példa

- **Feladat:** szemetes padló felporszívózása
- **Elképzelhető teljesítménymértékek:**
  - feltakarított por mennyisége  
(becslés a tisztaság mértékére amit valójában szeretnénk)
  - por menny. + elfogyasztott áram menny.
  - por menny. + végrehajtás ideje
- **Kockázat:**
  - rafinált ágens (nem azt mérjük amit kellene)
  - az eredmény értékelésének időpontja  
Pl.
    - az első órában
    - az utolsó órában
    - átlagosan

# Ideális racionális ágens

- **A racionalitás az elvárt siker kifejezése a megfigyelések tükrében**
- **Nem hibáztatható, ha nem vesz figyelembe olyan dolgokat, melyeket nem képes észlelni, vagy nem tesz olyan dolgokat, melyekre képtelen**
- **A racionalitás  $\neq$  mindentudás (omniscience)**  
(a mindentudó ágens tudná cselekedetei valódi értékét és ennek megfelelően cselekszik)

# A racionalitás értelmének meghatározói

- A siker fokát mérő teljesítménymérték
- Minden amit az ágens eddig megfigyelt:  
(teljes észlelési történetek)  
észlelési sorozat (percept sequance)
- Amit az ágens a környezetéről tud.
- Cselekvések, amiket az ágens képes végrehajtani

## Ideális racionális ágens

- Minden egyes észlelési sorozathoz az észlelés és a beépített tudás alapján minden elvárt dolgot megtesz a teljesítménymérték maximalizálásáért.

# Az észlelési szekvenciák leképezése cselekvésekre

- **Az ágens viselkedése csak az adott pillanatig tartó észlelési szekvenciától függ**
- **Az ágens észlelési sorozatai és cselekvései közötti leképezés (mapping) írja le az ágenst**
- **Tervezés: bármely lehetséges észlelési szekvenciához meg kell határozni a cselekvést**
- **Ideális ágens → ideális leképezés**
- **Leírási módszerek**
  - **táblázatos** → **gond: valamennyi lehetséges szekvenciát le kell írni**
  - **algoritmikus (függvény)**

# Pl: Négyzetgyökvonási példa

- **Ágens:** egy számológép négyzetgyökvonási funkciója
- **Észlelés:** a leütött billentyűk által megadott szám
- **Cselekvés:** a négyzetgyök kiszámítása és az eredmény megjelenítése a kijelzőn

# Táblázatos leképezés

$\nabla$ x észlelés	$\nabla$ z cselekvés
1,0	1,000000000000000000
1,1	1,048808848170151546
1,2	1,095445115010332226
...	...

# Leképezés függvénnyel

Pl. Newton módszerrel:

```
double Negyzetgyok(double x)
{ double z=1; //első tipp
  while(ABS(z*z-x)>1E-15)
  { z-=(z*z-x)/2/z;
  }
  return z;
}
```

# Önálló viselkedés (autonómia)

- **Nem autonóm ágens:**
  - cselekvése csak a beépített tudáson alapszik, **nem gyűjt tapasztalatokat (pl. falióra)**
  - csak az eredeti feltételek fennállásáig **működik helyesen**
  - pl. **ganajtúró bogár: fészek lezárása ganajcsomóval**
- **Adaptáció, tanulás szükségessége**
- **Egy rendszer olyan mértékig autonóm, amennyire viselkedését saját tapasztalatai határozzák meg**

# Az intelligens ágensek struktúrája

ágens = architektúra + program

## Architektúra

- a szenzoroktól érkező észleléseket elérhetővé teszi a program számára
- futtatja a programot
- továbbítja a beavatkozó szervekhez a program által előírt cselekvéseket
- számítógép
- számítógép + célhardver

## Ágens program

Program, mely megvalósítja az észlelései sorozatok és a cselekvések közötti leképezést

A tervezést meghatározzák:

- Észlelések
- Cselekvések
- Célok
- Környezet

# Példák

Ágens	Észlelés	Cselekvés	Cél	Környezet
orvosi diagnosztikai rendsz.	szimptómák, észlelések, a páciens válaszai	kérdések, tesztek, kezelések	egészséges páciens, minimalizált költségek	kórház, páciens
műholdas képelemző rendszer	változó intenzitású és színű pixelek	a kép kategorizálása	helyes csoportosítás	képek műholdról
alkatrész felszerelő robot	változó intenzitású pixelek	alkatrészek felvétele és sorba rendezése ládába	az alkatrészek helyes ládába helyezése	futószalag alkatrészekkel

# Példák

<b>Ágens</b>	<b>Észlelés</b>	<b>Cselekvés</b>	<b>Cél</b>	<b>Környezet</b>
<b>olajfinomító vezérlő</b>	<b>hőmérséklet és nyomás értékek</b>	<b>szelepek nyitása és zárása, hőm. állítás</b>	<b>tisztaság, kihozatal és biztonság max.</b>	<b>olajfinomító</b>
<b>interaktív nyelvoktató program</b>	<b>begépelte szavak</b>	<b>gyakorlatok, javaslatok, javítások</b>	<b>a tanuló pontszámá- nak max.</b>	<b>tanulók halmaza</b>
<b>taxisofőr</b>	<b>kamerák, sebesség- mérő, GPS, hangradar, mikrofon</b>	<b>kormány, gáz, fék, beszéd az utasokkal</b>	<b>biztonságos, gyors, törvényes, kényelmes utazás, maximális haszon</b>	<b>utak, forgalom, gyalogosok, ügyfelek</b>

# MI célja: ágensprogramok építése

## Ágensprogram:

- **belső adatstruktúrát használ**
- **új észlelés után frissíti a környezetéről eltárolt adatokat**
- **a döntéshozó eljárás megtervezi a cselekvést**
- **az új cselekvést feljegyzi az eltárolt adatok közé**
- **a cselekvés az architektúrához kerül végrehajtásra**

## Ágenstípusok

- **Egyszerű reflexszerű ágensek**
- **A világot nyomon követő ágensek**
- **Célorientált ágensek**
- **Hasznosságorientált ágensek**

# Agens program: cselekvésválasztás keresőtáblából

- észlelési sorozatok és cselekvések közötti táblázatos leképezés,
- lehet gyors (pl. a gyökvonásnál nem tárolja se az észlelési tapasztalatokat, se a cselekvéseket)
- probléma: olyan észlelés érkezik, ami nem szerepel az észlelés-cselekvés táblában

## Hátrányok

- pl. sakk:  $35^{100}$  soros tábla
- pl. kamerából érkező jel:
  - 25 kép/s (50 Mbyte/s), 1000\*1000 pixel, 8 bit színinformáció és 8 bit intenzitásinformáció esetén  $2^{4\,000\,000}$  soros tábla
- Észlelési szekvenciák esetén nagy táblaméret
- Hosszú ideig tart elkészíteni a táblát
- Ha nem autonóm → környezetváltozás problémája
- Ha autonóm, lassan tanul (nagy tábla)

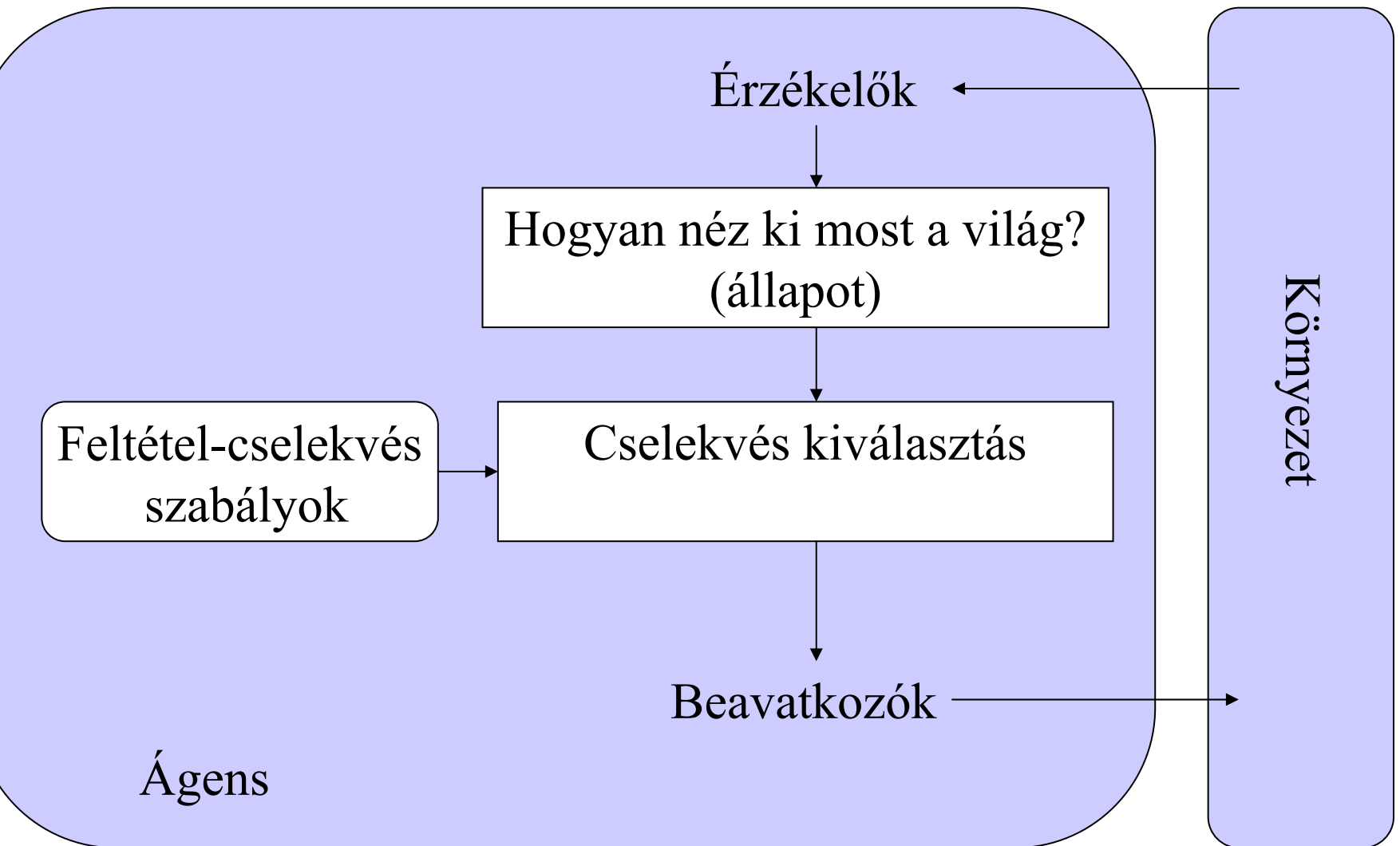
# Egyszerű reflexszerű ágens

- **Feltétel-cselekvés szabály (condition-action rule) (produkciós szabályok)**
  - **pl. ha az előző autó fékez, akkor kezdj fékezni**
  - **az embereknél a cselekvést**
    - **tanult szabályok (pl. vezetés)**
    - **feltétlen reflexek (pl. pislogás erős fényre)**
- határozzák meg**

## Működése

- **Észleli a jelenlegi állapotot,**
- **keres egy ehhez illeszkedő szabályt,**
- **végrehajtja a szabályhoz illeszkedő cselekvést.**

# Az egyszerű reflexszerű ágens sematikus struktúrája

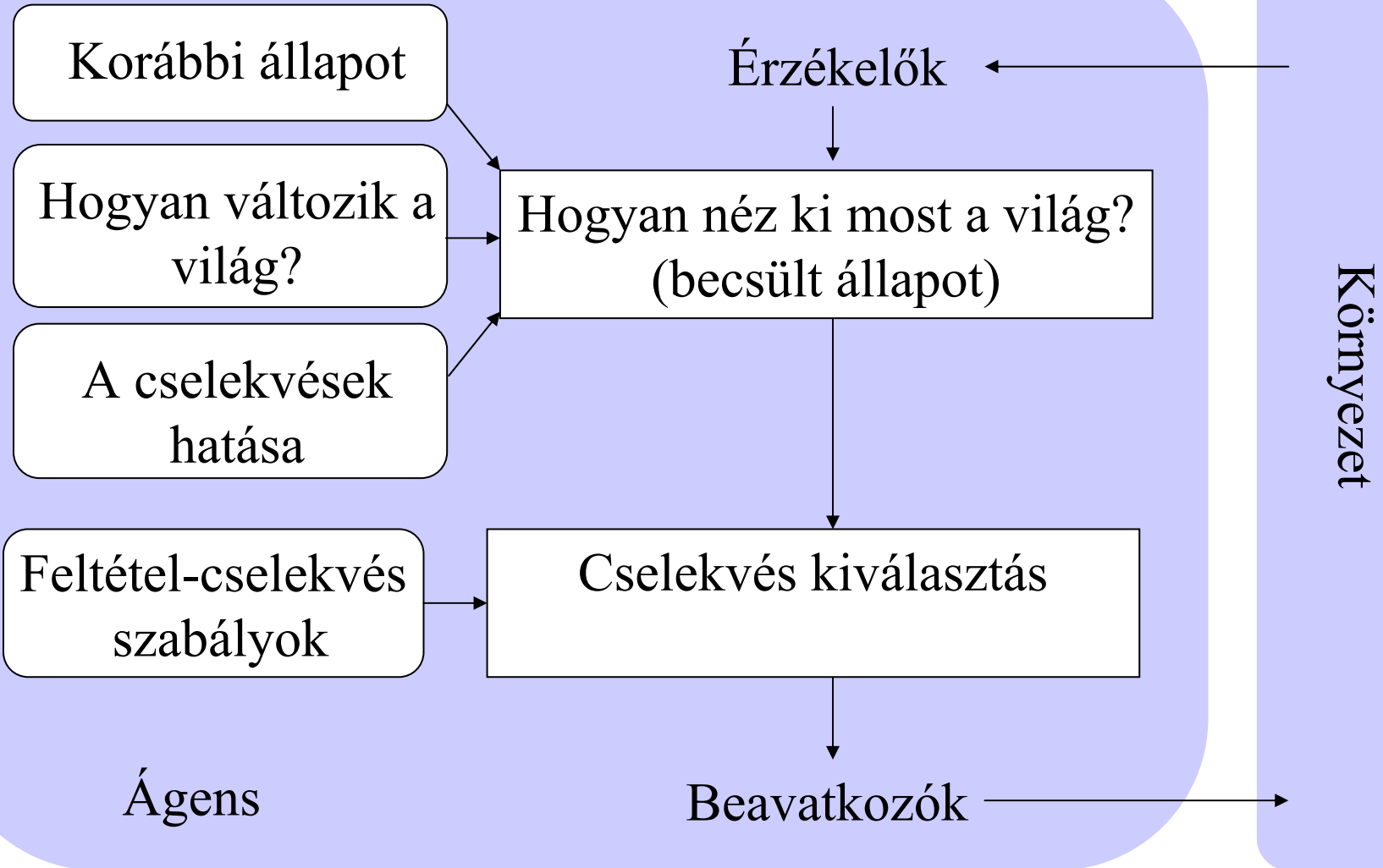


# A környezetet nyomon követő ágens

**Gond:** az érzékelők nem nyújtanak hozzáférést a világ teljes állapotához

- Csak az észlelésből nem határozható meg a környezet állapota
- A környezet nyilvántartása az ágensen belül
  - **belső állapot (internal state),**
  - hogy meg lehessen különböztetni a világ azonos észlelési bemenetet generáló, de lényegesen különböző (eltérő cselekvést igénylő) állapotait.**
- **Kétfajta tudás beépítését igényli:**
  - **hogyan változik a világ függetlenül az ágenstől (pl. előzést végrehajtó autó helyzetének változása hozzánk képest)**
  - **az ágens cselekvései hogyan befolyásolják a világot (pl. sávváltás után üres hely marad a korábban használt sávban)**

# A környezetet nyomon követő ágens



# Célorientált ágens

- A környezet állapotának ismerete nem mindig elegendő a cselekvés meghatározásához (nem egyszerűen reflexszerű)
- pl.: a taxi egy kereszteződésbe ér, merre haladjon tovább?
- Cél: pl. hova szeretne eljutni az utas
- A cél (goal) alapján történő döntés magába foglalja a jövő figyelembevételét
- A lehetséges cselekvések által elérhető új állapotok becslése alapján cselekvési tervet készít
- Sokkal rugalmasabb mint a reflexszerű ágens (új cél esetén, új viselkedés – nem kell a produkciós szabályokat megváltoztatni hozzá)

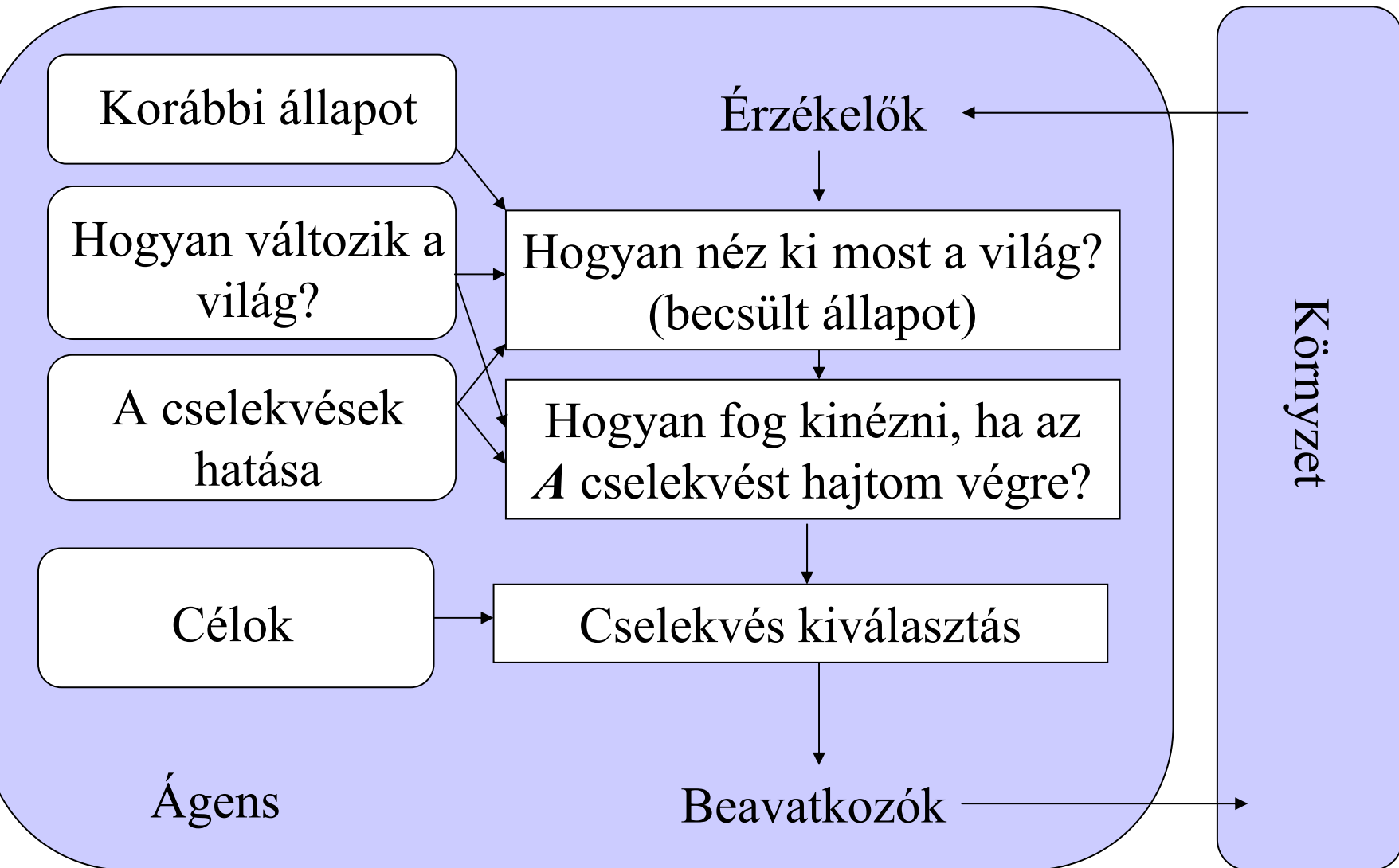
# Célorientált ágens

## Cselekvési terv - az ágens célját elérő cselekvéssorozat:

- keresés
  - tervkészítés
- } a jövő figyelembevétele

- új cél → új viselkedés (u.a. produkciós szabályok esetén is)
- pl.
  - **cél:** autónk ne koccanjon más autóval (vagy pl. koccanjon)
  - gondolatmenet: ha az előző autó féklámpái világítanak → akkor az le fog lassulni → **hogyan ne ütközzenek neki is lassulnia kell** → akkor lassul, ha fékez  
(ez lehetne egy külön szabály a reflexszerű esetén: előző autó féklámpa ég → neki is fékeznie kell)

# A célorientált ágens struktúrája



# Hasznosságorientált ágens

- A célok önmagukban nem mindig elegendőek – **több cselekvéssorozat is lehetséges (több cél)**
- **Több cél közötti kompromisszumos döntés**  
pl. sebesség és biztonságosság ellentmondása
- **Melyik cél hasznosabb (előnyösebb)?**
- A **hasznosság (utility)** egy fv. amely egy **állapotot (állapot sorozatot)** egy olyan **számmá képez le**, amely a hozzá **rendelhető „boldogság” fokát írja le (mennyit érne, ha elérném az illető állapotot)**
- **Egymásnak ellentmondó, vagy csak részben elérhető célok számszerűen összehasonlíthatóak a hasznosságfüggvény segítségével**
- **Minden racionális ágens leírható egy hasznosságfüggvénnyel (racionális döntéseket hoz - a cél a hasznosság maximalizálása)**

# A hasznosságorientált ágens struktúrája



# Környezetek

- **Hogyan illesszük az ágenst környezetéhez?**
  - a környezet észlelésekkel látja el az ágenst
  - az ágens cselekvéseket hajt végre a környezetén
- **Ágenstervezés környezetszempontról:**
  - a környezet tulajdonságai → osztályozás
- **Ágensek értékelése, összehasonlítása:**
  - tesztkörnyezet (program)

# Környezetek osztályozása

- **Hozzáférhetőség**
- **Meghatározottság**
- **Epizódszerűség**
- **Változékonyság**
- **Folytonosság**

# Hozzáférhetőség

- **Hozzáférhető (accessible):**
  - az ágens érzékelő berendezése hozzáférést nyújt környezetete teljes állapotához (a környezet teljes állapota ismert)
  - kényelmes – nem kell nyilvántartson semmit a környezet változásának nyomon követéséhez
- **Nem hozzáférhető**
  - nem ismert a környezet teljes állapota ismert
  - **gond: azonos észlelési - eltérő cselekvés** (valamiféle nyilvántartás kell - állapot)

# Meghatározottság

- **Determinisztikus (deterministic):**
  - **a környezet** következő állapotát teljesen meghatározza az előző állapot és a kiválasztott cselekvések sorozata
  - **ha a környezet hozzáférhető és determinisztikus, akkor az ágens nem kell bizonytalanságot kezeljen**
- **Nem determinisztikus**
  - **a környezet** következő állapotát nem határozza meg az előző állapot és a kiválasztott cselekvések sorozata
  - **A nem hozzáférhető determinisztikus is ilyennek tűnik!**

# Epizódszerűség

- **Epizódszerű (episodic):**
  - az ágens tapasztalata epizódokra bontható.
  - Minden egyes epizód az ágens észleléseiből és cselekvéseiből áll.
  - A cselekvések minősége kizárólag az adott epizódtól függ, mivel az egyes epizódok cselekedetei nem függenek közvetlenül az előző epizódok cselekedeteitől (pl. a sakkversenyben minden játék egy epizód)
- **Nem epizódszerű**
  - Nincs ilyen felbontás (pl. folytonosan halad)

# Változékonyság

- **Dinamikus** – a környezet megváltozhat **míg az ágens gondolkodik**
- **Szemidinamikus** – a környezet nem változik az idő előrehaladtával, de az ágens által elért teljesítmény igen
- **Statikus** – a környezet nem változik **az ágens gondolkodása alatt => az ágens nem kell állandóan figyelje környezetét gondolkodása alatt**

# Folytonosság

- **Diszkrét** – ha létezik az észlelések és cselekvések elkülönülő világosan definiált halmaza  
pl. sakkjátzsma:  
véges számú lehetséges lépés
- **Folytonos** – ha nem létezik  
pl. taxivezetés: sebesség, a taxi helye, a többi jármű helye, stb.

# Környezetek és tulajdonságaik

Környezet	Hozzáférhető	Determi- nisztikus	Epizód- szerű	Vált.	Diszkr.
Sakkjátszma	+	+	-	<b>Stat</b>	+
Sakkjátszma időméréssel	+	+	-	<b>Szem</b>	+
Póker	-	-	-	<b>Stat</b>	+
Taxivezetés	-	-	-	<b>Din</b>	-
Orvosi diagnosztikai r.	-	-	-	<b>Din</b>	-
Képfeldolgozó rendszer	+	+	+	<b>Szem</b>	-
Alkatrész-felvevő robot	-	-	+	<b>Din</b>	-
Olajfinomító vezérlő	-	-	-	<b>Din</b>	-
Nyelvoktató	-	-	-	<b>Din</b>	-

# Környezetek

- **Az eltérő környezetek különböző ágensprogramokat igényelnek**
- **A legnehezebb a nem hozzáférhető, nem epizódszerű, dinamikus és folytonos eset**
- **Az osztályba sorolás a környezet és az ágens fogalmának meghatározásától is függ**
  - **pl.: a póker determinisztikus, ha az ágens nyomon követheti a pakliban levő kártyák sorrendjét**
  - **pl.: a sakk, játszma szinten nem epizódszerű, de verseny szinten minden játszma egy epizód, a sakk epizódszerűvé válik**

# A környezetprogram célja

- **Környezetszimuláció**
- **Az ágensek összehasonlítása**

# A környezetprogram feladata

**Cél: az ágensek teljesítményének összevetése**

- Az ágenseknek ugyanazt a kezdeti környezetállapotot adja észlelésként
- Cselekvéseket fogad válaszként
- A cselekvések alapján egy frissítő függvénnyel módosítja, majd eltárolja az egyes ágensek most már különböző környezetét
- Egy teljesítményfüggvénnyel értékeli az egyes ágensek eddigi tevékenységét
- Mindezeket ismétli a cél eléréséig

# Környezetosztály

- **Az ágens egy környezetosztály különböző környezetekben kell működjön**
- **A környezetprogram előre beállított valószínűséggel választ ki egy- egy kezdő környezettípust**
- **Teljesítményérték vizsgálatok sorozatának átlaga alapján**

# Ajánlott irodalom

- **Jelen előadás fóliái részben az alábbi források alapján készültek:**

**Stuart J. Russel – Peter Norvig: *Mesterséges Intelligencia modern megközelítésben*, Panem-Prentice-Hall, Budapest, 2000, ISBN 963 545 241 1**