

Intelligens Számítási Módszerek Ágensek

2013/2014. tanév, II. félév

Dr. Kovács Szilveszter

E-mail: szkovacs@iit.uni-miskolc.hu

Miskolci Egyetem

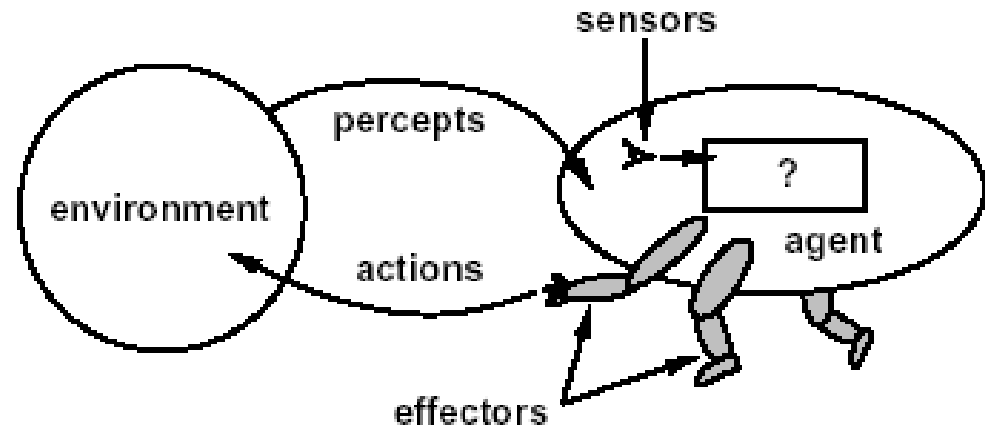
Informatikai Intézet 106. sz. szoba

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).

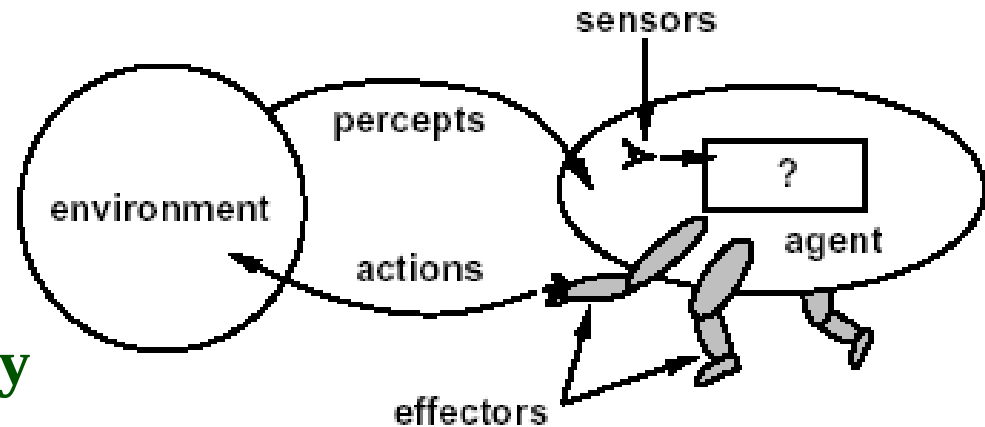
Ágens	Érzékelők	Beavatkozó szervek
Ember	kéz, fül, szem, stb.	kéz, láb
Robot	kamera, szenzorok, stb.	motorok, manipulátorok
Szoftver	kódolt bitsorozat	kódolt bitsorozat

Ágens

Szűkebb értelmezés:

Az ágens olyan rendszer, amely

- környezetbe ágyazott,
- reaktív: érzékel és reagál,
- racionális: 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 sequence)
- 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

∇ x észlelés	∇ z cselekvés
1,0	1,000000000000000000
1,1	1,048808848170151546
1,2	1,095445115010332226
...	...

Leképezés függvénnnyel

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 kategorizá- lása	helyes csoportosítás	képek műholdról
alkatrész felszerelő robot	változó intenzitású pixelek	alkatrészek felvétele és sorba rendezése ládába	az alkatrészek helyes ládába helyezése	futószalag alkatrészek- kel

Példák

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

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

Ágens 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

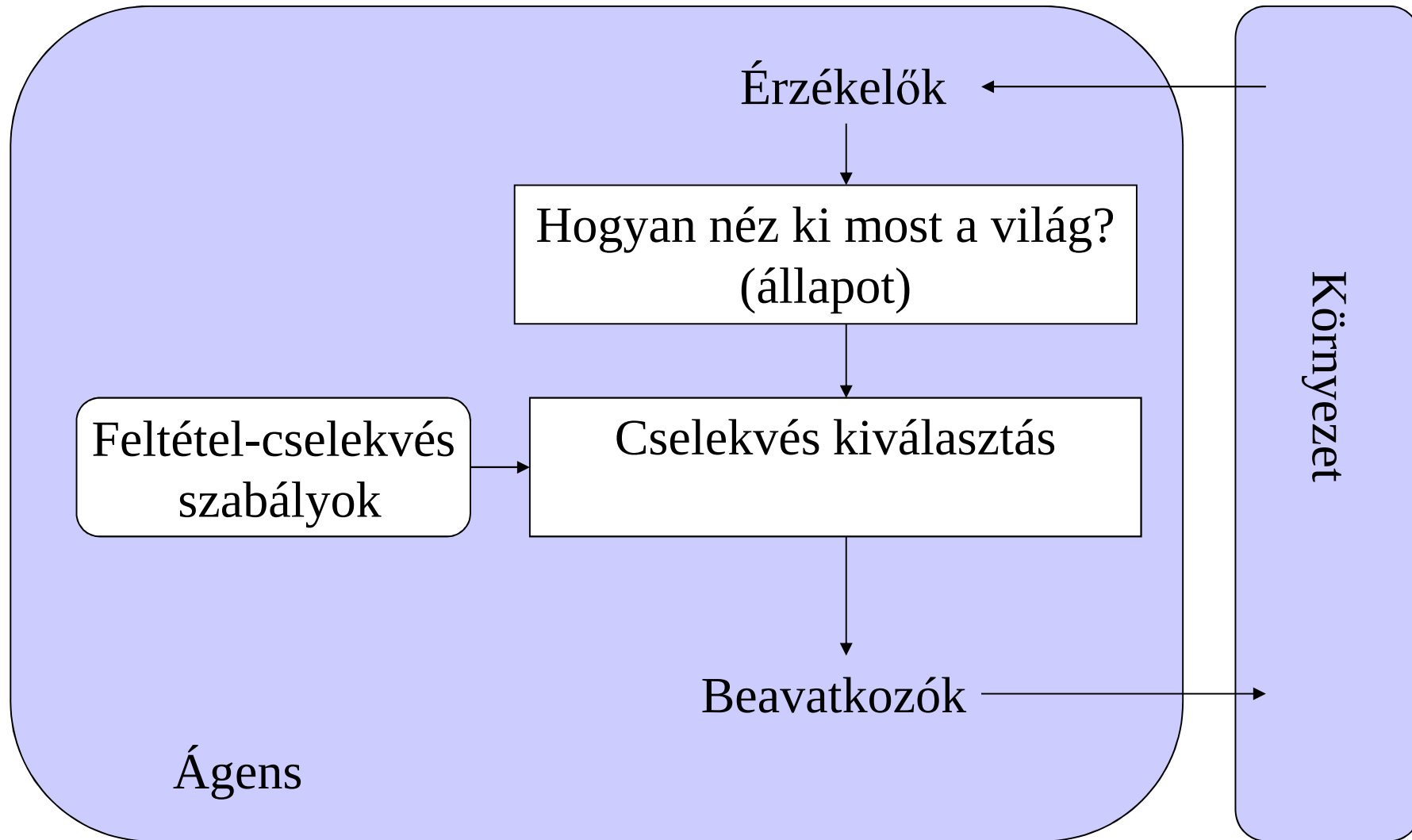
- Feltétel-cselekvés szabály (condition-action rule) (produkciós szabályok)
- pl. ha az előző autó fékez, akkor kezdj fékezni
- az embereknél a cselekvést
 - tanult szabályok (pl. vezetés)
 - feltétlen reflexek (pl. pislogás erős fényre)

határozzák meg

Működése

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

Az egyszerű reflexszerű ágens sematikus struktúrája

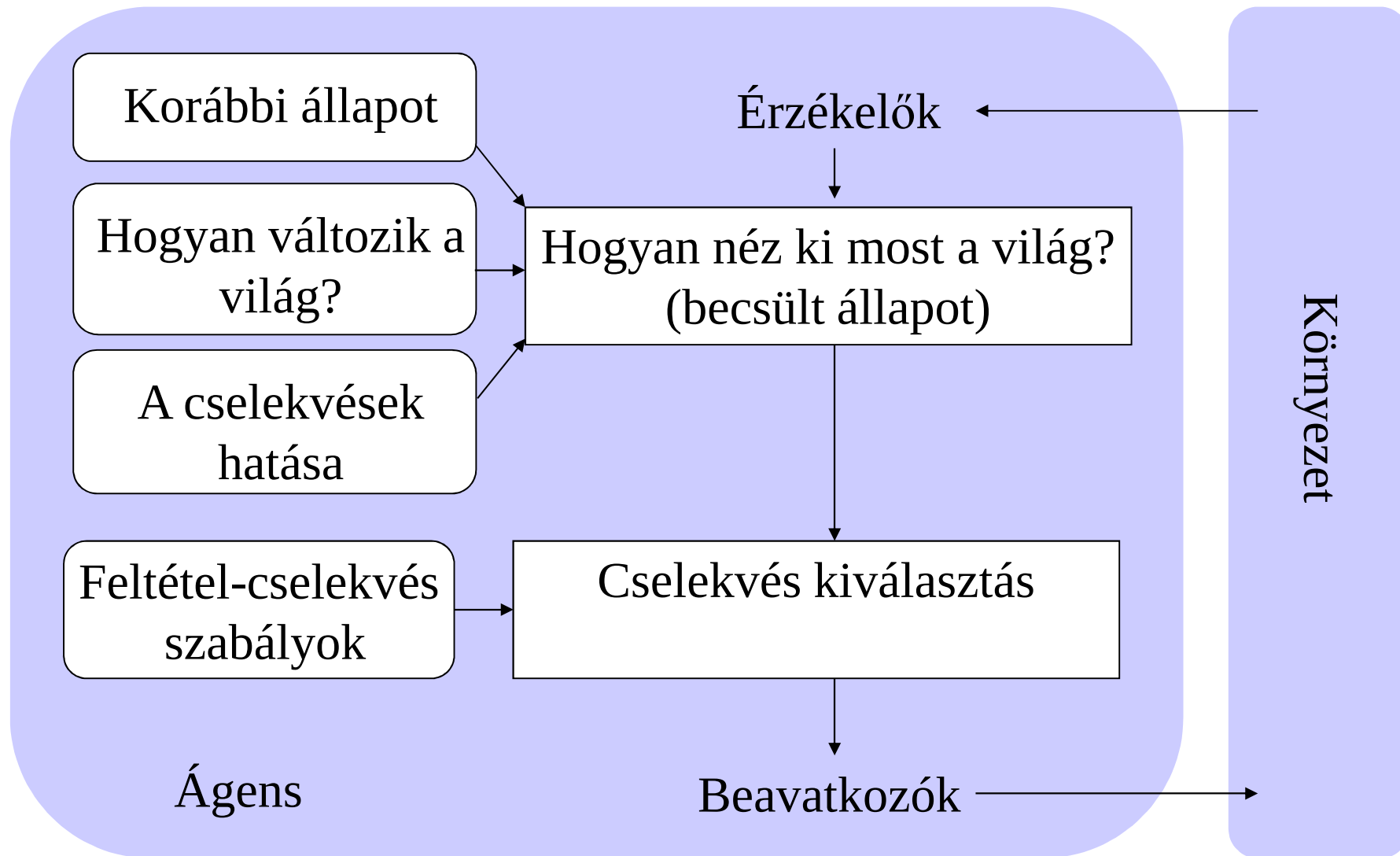


A környezetet nyomon követő ágens

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)

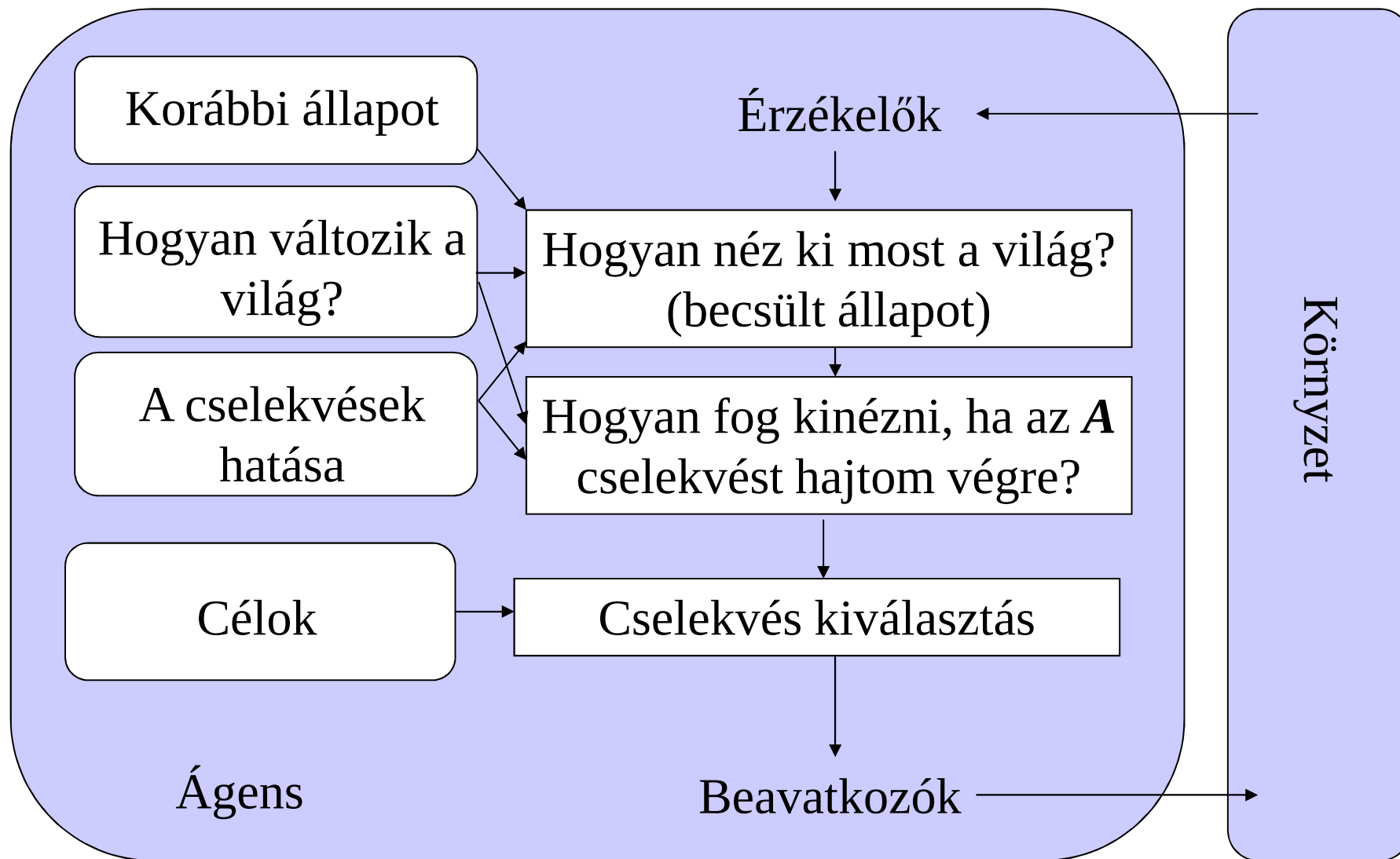
Célorientált ágens

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)

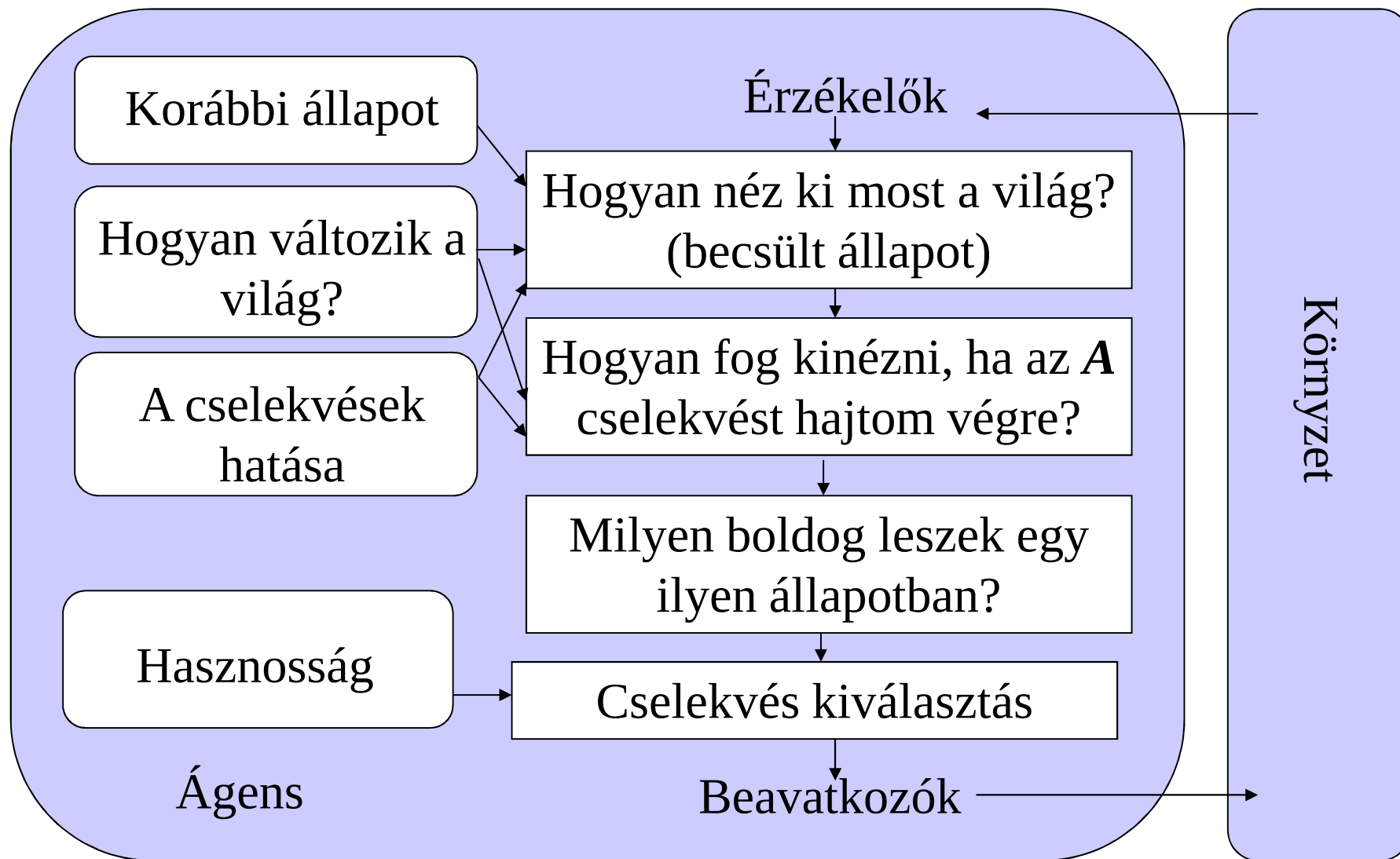
A célorientált ágens struktúrája



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 ágensstruktúrája



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 környezete 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. sakkjátszma:
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	+	+	-	Stat	+
Sakkjátszma időméréssel	+	+	-	Szem	+
Póker	-	-	-	Stat	+
Taxivezetés	-	-	-	Din	-
Orvosi diagnosztikai r.	-	-	-	Din	-
Képfeldolgozó rendszer	+	+	+	Szem	-
Alkatrész-felvevő robot	-	-	+	Din	-
Olajfinomító vezérlő	-	-	-	Din	-
Nyelvoktató	-	-	-	Din	-

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 környezeteiben 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