



Logikai ágensek

Bevezetés

- Eddigi példák tudásra: állapotok halmaza, lehetséges operátorok, ezek költségei, heurisztikák
- Feltételezés: a világ (lehetséges állapotok és állapotátmenetek) teljesen megfigyelhető
- A való világ sokkal komplexebb
- Csak részben megfigyelhető



Leírás szintjei

- **tudásszint - mit tud az ágens**
- **logikai szint - hogyan van a tudás kódolva**
- **implementációs szint - számítógépes reprezentáció**





Logikai reprezentáció

- Természetes nyelvek által inspirált
- NEM természetes nyelv
- A jelentés matematikailag definiált
- Nincs jelen bizonytalanság
- Ítéletkalkulus (ma)
- Elsőrendű logika (jövő hét)

Wumpus világ

- Környezet: 4x4-es rács (szobák)
- A kezdőállapotban az ágens az (1,1)-en áll
- Pontosan egy szobában wumpus
- Pontosan egy szobában arany
- Minden szobában 20% valószínűséggel csapda (de a játék kezdete után fix)
- Az (1,1)-ben se wumpus, se verem



Szabályok

- Ha csapdába vagy wumpusba botlunk, veszítettünk: game over
- Beavatkozások:
 - Jobbra
 - Balra
 - Előre egy szoba
 - Nyíl kilő (egy nyíl van, vagy fal vagy wumpus állítja meg)
 - Arany felvesz.



Érzékelők

- szag (ha wumpus van a szobában vagy a szomszédban)
- szellő (csapda van a szomszédban)
- arany
- ütés (ha falba ütközünk)
- sikoly (wumpus elpusztult)
- Kiértékelés: -1 pont: minden akció, -10: nyíl, 1000: arany.





Tények és szabályok

- Tények: a szenzorok által érzékelt információ
- Szabályok: a háttértudás (minden amit tudunk és nem közvetlen megfigyelésből jön).
- Tények+szabályok alapján következtetéssel megkapjuk az aktuális állapot legjobb leírását
- Érzékelés hibátlan + nincs kivétel a szabályok alól



4				
3				
2				
1				
	1	2	3	4

Példa

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2	2,2	3,2	4,2
OK			
1,1 A OK	2,1 OK	3,1	4,1

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3	2,3	3,3	4,3
1,2	2,2 P?	3,2	4,2
OK			
1,1 V OK	2,1 A B OK	3,1 P?	4,1

1,4	2,4	3,4	4,4
1,3 W!	2,3	3,3	4,3
1,2 A S OK	2,2 OK	3,2	4,2
1,1 V OK	2,1 B V OK	3,1 P!	4,1

A jelek jelentése: A ágens, B szellő, OK biztonságos, P verem, S szag, V látogatott, W wumpus.

<http://www.inthe70s.com/games/wumpus>



Logika elemei

- **szintaxis**
 - a nyelv szimbólumai
 - miként lehet mondatokat formálni
- **szemantika**
 - megszabja, hogy a mondatok a világ mely tényeire vonatkoznak
 - jelentést ad a mondatoknak
 - lehetséges világok / modellek
- **következtetés**
 - adott szintaxis és szemantika mellett új mondatokat származtat



- $TB \models q$ vonzat (Minden olyan interpretációban, ahol TB igaz, q is igaz)
- $TB \vdash_i q$ levezetési szabály
-
- *A következtetés tulajdonságai:*
- **biztos:** tényleg csak a következményeket állítja elő, azaz ha $TB \vdash q$, akkor $TB \models q$.
- **teljes:** az összes következményt előállítja, azaz ha $TB \models q$, akkor $TB \vdash q$.

Szintaxis

- ítéletváltozók és ítéletkonstansok (T,F)
- mondatok
 - bármely szimbólum, amely ítéletváltozót vagy konstanst jelöl (pl. P,Q,R, vagy F,T)
 - ha a egy mondat, akkor mondat még:
 - $(a \wedge b)$ logikai ÉS, konjukció
 - $(a \vee b)$ logikai VAGY, diszjunkció
 - $\neg a$ tagadás, negáció
 - $(a \rightarrow b)$ implikáció ("ha...akkor...")
 - $(a \leftrightarrow b)$ ekvivalencia ("akkor és csakis akkor...")
 - mondatok rekurzív módon is konstruálhatók, pl. $((P \wedge Q) \rightarrow (\neg R \vee (S \wedge V)))$



Szemantika

- **interpretáció**
- **Egy mondat ítéletváltozóihoz igaz (T), illetőleg hamis (F) értéket rendel bármely lehetséges módon. Egy mondatnak több interpretációja is lehetséges.**
- **kiértékelés: a műveleti jelek szemantikája alapján.**



Igazságtábla

P	Q	$\neg P$	$P \wedge Q$	$P \vee Q$	$P \rightarrow Q$	$P \leftrightarrow Q$
T	T	F	T	T	T	T
T	F	F	F	T	F	F
F	T	T	F	T	T	F
F	F	T	F	F	T	T



Wumpus tudásbázis

$$\sim B_{1,1} \sim B_{2,1} B_{1,2}$$

$$\sim S_{1,1} S_{2,1} \sim S_{1,2}$$

$$\sim B_{1,1} \rightarrow \sim W_{1,1} \wedge \sim W_{1,2} \wedge \sim W_{2,1}$$

$$\sim B_{2,1} \rightarrow \sim W_{1,1} \wedge \sim W_{2,1} \wedge \sim W_{2,2} \wedge \sim W_{3,1}$$

$$\sim B_{1,2} \rightarrow \sim W_{1,1} \wedge \sim W_{1,2} \wedge \sim W_{2,2} \wedge \sim W_{1,3}$$

$$B_{1,2} \rightarrow W_{1,1} \vee W_{1,2} \vee W_{2,2} \vee W_{1,3}$$



Következtetések

- Logikai ekvivalencia: A és B logikailag ekvivalens ($A \equiv B$) akkor és csak akkor ha $A \models B$ és $B \models A$.
- Tautológia: A tautológia ($\models A$) akkor és csak akkor, ha minden modellben igaz.
- Dedukciós tétel: $A \models B$ akkor és csak akkor ha $\models A \rightarrow B$.
- Kielégíthetőség: A kielégíthető akkor és csak akkor ha legalább egy modellben igaz.



Következtetési szabályok a kijelentéslogikában

Modus ponens

$$p \rightarrow q$$

$$\underline{p}$$

$$q$$

ÉS hozzáadás

$$p$$

$$\underline{q}$$

$$p \wedge q$$

ÉS elimináció

$$\underline{p \wedge q}$$

$$p$$

VAGY hozzáadás

$$\underline{p}$$

$$p \vee q$$

Dupla negáció

$$\underline{\sim \sim p}$$

$$p$$





- **Rezolúció**

$$p \vee q$$

$$\underline{\sim q \vee r}$$

$$p \vee r$$

$$\sim p \rightarrow q$$

$$\underline{q \rightarrow r}$$

$$\sim p \rightarrow r$$

$(\alpha \wedge \beta) \equiv (\beta \wedge \alpha)$	$\wedge$ kommutativitás
$(\alpha \vee \beta) \equiv (\beta \vee \alpha)$	$\vee$ kommutativitás
$((\alpha \wedge \beta) \wedge \gamma) \equiv (\alpha \wedge (\beta \wedge \gamma))$	$\wedge$ asszociativitás
$((\alpha \vee \beta) \vee \gamma) \equiv (\alpha \vee (\beta \vee \gamma))$	$\vee$ asszociativitás
$\neg(\neg \alpha) \equiv \alpha$	kettős negáció kiküszöbölés
$(\alpha \Rightarrow \beta) \equiv (\neg \beta \Rightarrow \neg \alpha)$	kontrapozíció
$(\alpha \Rightarrow \beta) \equiv (\neg \beta \vee \alpha)$	implikáció kiküszöbölés
$(\alpha \Leftrightarrow \beta) \equiv ((\alpha \Rightarrow \beta) \wedge (\beta \Rightarrow \alpha))$	ekvivalencia kiküszöbölés
$\neg(\alpha \wedge \beta) \equiv (\neg \alpha \vee \neg \beta)$	De Morgan
$\neg(\alpha \vee \beta) \equiv (\neg \alpha \wedge \neg \beta)$	De Morgan
$(\alpha \wedge (\beta \vee \gamma)) \equiv ((\alpha \wedge \beta) \vee (\alpha \wedge \gamma))$	$\wedge$ disztributivitás
$(\alpha \vee (\beta \wedge \gamma)) \equiv ((\alpha \vee \beta) \wedge (\alpha \vee \gamma))$	$\vee$ disztributivitás





Konjunktív normál forma

- Literálok diszjunkcióinak konjunkciója
- $(A \vee B \vee \dots) \wedge (C \vee D \vee \dots) \wedge \dots$

Horn-formulák

$$A \wedge B \wedge C \dots \wedge N \rightarrow K$$

Konjunktív normálformában:

$$\sim A \vee \sim B \vee \sim C \dots \vee K$$

Pontosan egy pozitív literál

**Lineáris idejű következtetés
lehetséges**



Előre- és visszafelé láncolás

Példa:

Tudásbázis:

$P \rightarrow Q$

$L \wedge M \rightarrow P$

$B \wedge L \rightarrow M$

$A \wedge P \rightarrow L$

$A \wedge B \rightarrow L$

A

B

ÉS-VAGY gráf. *Előreláncolás:* Legyen minden atom hamis kezdetben. Ismert atomokat (A, B) igaznak veszem. Ha egy ÉS kapcsolat minden bemenete igaz, akkor a kimenetét is igaznak veszem: propagáljuk a gráfban a levezetést. Vége: ha nincs több levezetési lehetőség. Lineárisan (az élek számában) megvalósítható.

