

I. Elmélet

1. Tökéletesen racionális ágens:

A cselekvései a céljainak optimális elérésére irányulnak.

2. Korláatosan racionális ágens:

Erőforrásokat veszi figyelembe és megelégszik szuboptimális, elfogadható megoldásokkal.

3. Relaxált probléma:

A valódi problémának olyan túlzott absztrakciója, melynek megoldása a valóságban már nem kivitelezhető.

4. A légvonalbeli távolság relaxált probléma-e?

Igen, mert a légvonalbeli távolság absztrakciója a fizikai mozgásra vonatkozó konkrét valódi megkötések elhanyagolásával született.

5. Egy logika teljessége:

Létezik benne teljes bizonyítási eljárás, minden igaz állítás belátható.

6. Horn-klóz:

Csak egy ponált literált tartalmazó diszjunkció, Horn-klózok halmazán Modus Ponens teljes.

7. Indukció:

Több partikuláris állítás (példa) általánosítása tömörebb állítássá, példákból való tanulás logikai modellje.

8. Rezolúciós (bizonyítási) lépés:

$\neg N \vee G, N \vee H$ –ből $G \vee H$, felépíthető vele általános teljes bizonyítás.

9. STRIPS reprezentáció:

Cselekvés logikai előfeltételei és hatásai, felépíthető vele a logikai bizonyításnál jobban felskálázható tervekészítés.

10. A részben rendezett tervekészítésnél bevezetett üres tervnél mi indokolja az „üres” terv elnevezést?

Egy tényleges cselekvést sem tartalmaz, tartalmazza a probléma leírását (a kezdeti és a cél állapotot).

11. Tanuló ágens milyen további komponensekből épül fel a nem tanuló ágenshez viszonyítva?

Tanuló komponens... kritikus... problémagenerátor...

12. Az A* keresésnél miért törekszünk egy domináns, mégis elfogadható heurisztikus függvény használatára?

Hogy a megoldás optimális legyen (elfogadható) és a keresés minimális (domináns).

13. Ha h_1 és h_2 két elfogadható heurisztika, elfogadható-e a $h_3 = a h_1 + (1-a) h_2$ heurisztika, ha $0 \leq a \leq 1$? Miért?

Mert az ilyen súlyozott átlag a két h_1 , h_2 maximumánál mindig kisebb, az pedig elfogadható, akkor a súlyozott átlag is. (más megoldás is lehetséges, pl. $h_1 \leq \text{valódi}$, $h_2 \leq \text{valódi}$, akkor $h_3 \leq a \times \text{valódi} + (1-a) \times \text{valódi} = \text{valódi}$, stb.).

14. Monoton logika:

A TB kibővítésével a régebbi igazságok nem szűnnek meg, nem kell számon tartani a bizonyításokat.

15. Teljes bizonyítás:

Minden igaz állításra van kilépési pontja, általánosan használható következtetés építhető vele.

16. Abdukció:

$A \rightarrow B$ és B-ből A-ra következtetünk, magyarázatadás és diagnózis általános modellje.

17. Szituációs kalkulus:

Predikátum kalkulus egy átírása (alkalmazása) (szituációváltozó, eredmény-függvény, axiómák...), ágens cselekvései által dinamikus változó környezet modellezése elsőrendű logikában.

18. Rezolúciós stratégia:

Két klóz párosítási módszere rezolúciós bizonyítás során, rezolúciós bizonyítás hatékonyabbá tétele.

19. Miért van szükség külön tervekészítési technikákra (mint amilyen pl. a részben rendezett tervekészítés)? Milyen más módszerekkel állítható elő egy terv és e módszereknek mi a fő problémája?

Hogy a tervekészítés problémáját fel lehessen skálázni (tervek terében), alaphelyzetben a tervekészítés kereséssel szituációk terében, vagy logikai bizonyítással komplexitási problémákba torkolódik, és gyengébb minőségű tervet eredményez.

20. Megerősítéses tanulásnál beszéltünk az állapottér explicit és implicit ábrázolásáról. Magyarozza meg, miről van itt szó és milyen problémák húzódnak a háttérben?

Explicit ábrázolásnál minden állapotot egy táblában kell tárolni (hely! Nagy állapotterek esetén), implicit (jellegvektor + súlyok) ábrázolásnál a dimenzió a jellegvektor dimenziója, a súlyok megtanulásával megvalósítható az induktív általánosítás is.

21. Sorolja fel tananyag alapján a teljességet biztosító keresési algoritmusokat. A problémára vonatkozó egyéb információ hiányában melyiket választana ki és miért?

- Szélességi, de exponenciális tár és idő
- Egyenletes költségű, exponenciális, is kell költség infó
- Iteratíván mélyülő, **lineáris tár, nem kell infó** ← ez az!
- A^* , exponenciális, kell költség és tár infó

22. Sorolja fel tananyag alapján a lineáris tárkomplexitást biztosító keresési algoritmusokat. A problémára vonatkozó egyéb információ hiányában melyiket választana ki és miért?

- Mélységi, de nem teljes
- Mélység korlátozott, de csak feltételesen teljes

- Iteratívan mélyülő, **teljes, nem kell infó** ← ez az!
- Minden informált, ha a heurisztika tökéletes
- Hegymászó, de megakadhat

23. Az A* keresésre vonatkozó ismeretei alapján bizonyítsa be, hogy az egyenletes költségű keresés optimális és megoldása egybeesik az A* megoldásával!

A* keresés esetén, ha a $h(n)$ heurisztika elfogadható, akkor a keresés optimális és a $\Sigma g(n)$ szempontjából optimális megoldásban köt ki ($f(n) = h(n) + \Sigma g(n)$ által vezérelve). Az egyenletes költségű keresés csak a $\Sigma g(n)$ -t nézi, azaz ebben az esetben $h(n) = 0$. A $h(n) = 0$ heurisztika ugyan nagyon nem hatékony, de attól mégis elfogadható (a valódinál kisebb értéket ad). Így az egyenletes költségű keresés optimális és a $\Sigma g(n)$ szerinti legjobb megoldást ad. Magyarán, az egyenletes költségű keresés nem más, mint egy nagyon-nagyon rossz hatékonyságú A* keresés.

24. Ha egy labirintusból a közismert "kézzel követve a falat" algoritmussal próbálunk kijutni, valójában milyen fajta keresési algoritmust alkalmazunk? Garantáltan kijutunk-e a labirintusból?

Így vándorolva a labirintusban egy elágazásnál (keresési fában egy csomópont) mindig tovább megyünk, legfeljebb ha zsákutcába keveredtünk, akkor a legközelebbi elágazásig visszalépve, felkutatjuk a korábban elkerült folytatást. Ez nem más, mint egy mélységi keresés. Ha a labirintus a keresés szempontjából egy olyan gráffal modellezhető, amelyben a mélységi keresés teljes, akkor a labirintusból garantáltan kijutunk. Ilyen pl. összefüggő, véges elágazású, véges csomópont számú gráffal (fával) modellezhető labirintus.

25. Magyarázza meg, hogy (a részben rendezett) tervkészítésekor, mi célt szolgálnak a védett kapcsolatok és milyen módon lehet biztosítani azok sérthetetlenségét!

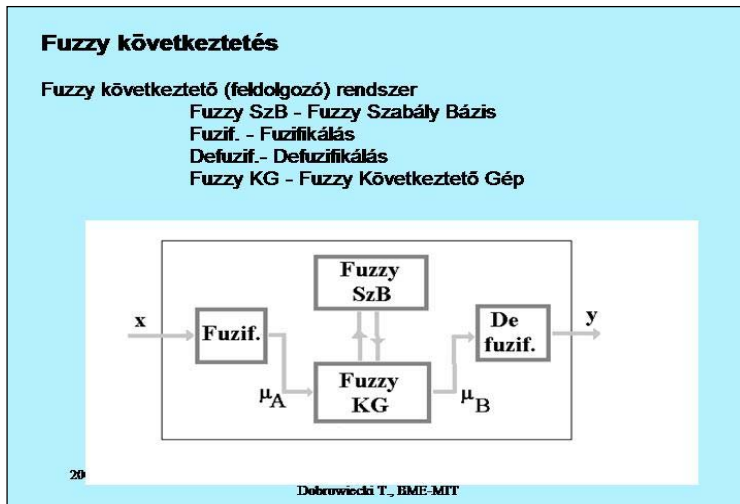
Védett kapcsolatról akkor beszélünk, ha egy cselekvést azért szűrünk be a tervbe, mert hatásával biztosítja egy másik cselekvés előfeltételét. Ilyenkor a kívánt hatástól az előfeltételig egy védett kapcsolat linket jegyzünk fel.

Ha történetesen a részben rendezett terv egy parallel ágában van, vagy oda kerül egy olyan cselekvés, ami hatásával a kívánt hatást megszünteti, akkor a védett kapcsolat fenyegetéséről beszélünk. Ilyenkor a fenyegető cselekvést elő-, vagy hátramosztással rendezzük a védett kapcsolat elé, vagy mögé.

26. A logikai függvények teljes általánosságban gyakorlatilag miért nem tanulhatók meg?

$m \geq \frac{1}{\varepsilon} \left(\ln \frac{1}{\delta} + \ln |\mathbf{H}| \right)$ $|\mathbf{H}| = 2^{2^n}$ $\ln |\mathbf{H}| = 2^n$, azaz a minta komplexitása exponenciális a tanulás paramétereiben.

27. Mi a fuzzy következtető rendszer blokkvázlata és milyen rendeltetésűek a vázlat egyes elemei?



28. Milyen tárkomplexitása van az iteratív A* keresésnek? Miért ennyi?

Lineáris, mert az iterációkon belül mélységkorlátos keresési algoritmust használ.

29. A 8-as tili-toli játékban az alábbi heurisztikákat alkalmazzuk:

$h1$: Σ Manhattan-távolság(lapocska)

$h2$: Σ lapocskák nem a megfelelő oszlopban + lapocskák nem a megfelelő sorban

$h3$: Lineáris Konfliktus heurisztika = +1 minden olyan esetben, amikor két lapocska már a céloszlopában, vagy a célsorában, de nem a megfelelő sorrendben

$h4$: $h1$ + Lineáris Konfliktus heurisztika

Az alkalmazott heurisztikák közül melyik a megengedett, melyik a domináns (és miért)?

- $h1$: megengedett (relaxált probléma megoldása ld....)
- $h2$: megengedett, ha a lapocskák épp szomszédos oszlopban, sorban vannak, akkor egy lépéssel helyükre tolhatók, különben csak több lépéssel (ez is egy relaxált probléma megoldása)
- $h3$: megengedett, nyilván ha egymást keresztbe zavarják, akkor egynél több lépésre lesz szükség
- $h4$: megengedett, mert abban a helyzetben is, amikor $h1$ pontos lenne, +1 kevés az ütközés feloldásához.
- $H4 > h1 > h2 > h3$, azaz a $h4$ heurisztika domináns.

30. H a lehetséges hipotézisek halmaza, D az adatok halmaza. Milyen feltételek mellett igaz a jobb oldali állítás?

$$\operatorname{argmax}_{h \in H} P(h|D) = \operatorname{argmax}_{h \in H} P(D|h)$$

Ez pontosan, mikor egy MAP megoldás azonos lesz egy ML megoldással, azaz ha a hipotézisek a priori eloszlása egyenletes.

31. Tanult definíciók és a rezolúció működése alapján magyarázza meg, hogy egy érvényes állítás érvényes voltát hogyan lehet a rezolúciós bizonyítással kimutatni. Érvelését az alábbi állítás esetén ültesse át gyakorlatba:

$$\forall x P(x) \rightarrow \exists x P(x)$$

Ha érvényes, ez azt jelenti, hogy egy üres tudásbázissal is be kellene tudni látni.

Nincs más tehát, csak a kérdés negáltja:

$$\neg(\forall x P(x) \rightarrow \exists y P(y))$$

$$\neg(\neg\forall x P(x) \vee \exists y P(y))$$

$$\neg(\neg\forall x P(x) \vee \exists y P(y))$$

$$\forall x P(x) \wedge \neg\exists y P(y)$$

$$\forall x P(x) \wedge \forall y \neg P(y)$$

$$\forall x \forall y P(x) \wedge \neg P(y)$$

$$P(x) \wedge \neg P(y)$$

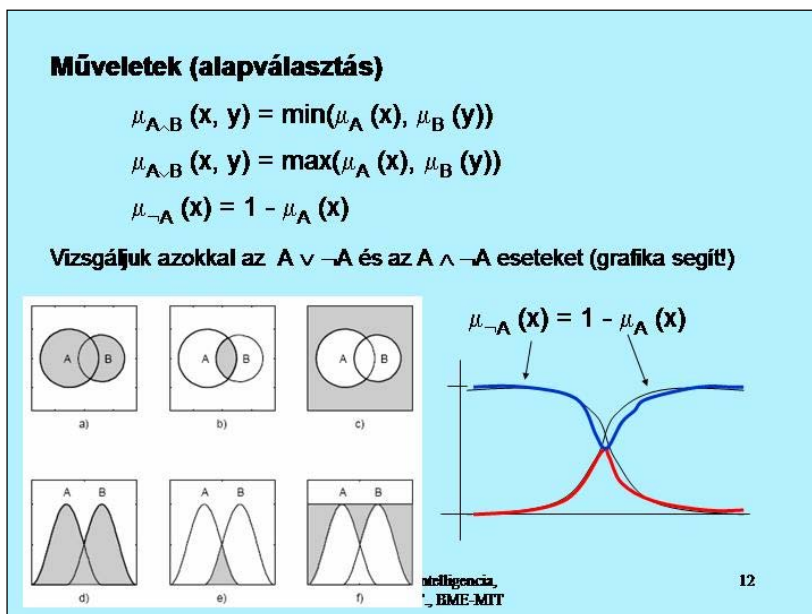
$$a. P(x) \quad b. \neg P(y)$$

Rezolúció egy lépésben, x/y behelyettesítéssel.

32. Hol bújik meg részben rendezett tervkészítésben az eredeti feladat specifikációja?

Az üres tervben, melynek elemei a fiktív start cselekvés és a fiktív végcselekvés, sorba rendezve. Start cselekvés hatásával rögzíti a feladat kezdeti állapotát, a végcselekvés pedig előfeltételeivel definiálja a feladat céljait.

33. Alkalmasan megválasztott tagsági függvényekkel grafikusán illusztrálja a fuzzy logika „ÉS” és „VAGY” műveletét!



34. Ha h_1, h_2, h_3 heurisztika külön-külön elfogadható, akkor elfogadhatók-e az alábbi heurisztikák?

a) $h = h_1 + h_2 + h_3$;

NEM, mert ha pl. minden $h_i = .9 h^* < h^*$, (h^* a pontos érték), akkor $h = 2.7 h^* > h^*$

b) $h = (h_1 + h_2 + h_3)/2$;

NEM, mert ha pl. minden $h_i = .9 h^* < h^*$, (h^* a pontos érték), akkor $h = 1.35 h^* > h^*$

c) $h = (h_1 + h_2 + h_3)/3$;

IGEN, mert az átlag mindig kisebb a maximális értékű komponensénél, az viszont elfogadható, tehát $< h^*$.

35. Sorolja fel (rövid magyarázattal, koncepcionálisan) a PDDL nyelv azon alapvető/legfontosabb konkrét nyelvi elemeit, amelyek a STRIPS-hez képest megnövelik a kifejezőerejét!

- A változók lehetnek típusosak, ráadásul a típusokat hierarchiába lehet szervezni (types)

- Használhatunk kvantifikációt (exists, forall)
- A cselekvéseknek feltételes következményei lehetnek (when)
- Nem csak logikai, hanem numerikus változókat is használhatunk (fluents, functions)
- Jósági mércét definiálhatunk, amit a tervnek minimalizálnia/maximalizálnia kell (metric)
- A cselekvések időtartama immár nem egységnyi, hanem tetszőleges (durative-actions).

36. A megfelelő mezőbe tegyen keresztet („+” = „igen”), vagy vízszintes vonalat („-” = „nem”)!

	monoton	teljes	eldönthető
Predikátumkalkulus	+	+	-
Ítéletkalkulus	+	+	+

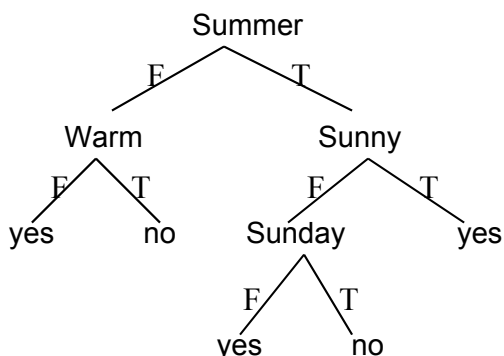
37. Ha rendelkezésére áll a h_1 , h_2 és h_3 heurisztika (mind elfogadható), akkor javasoljon egy olyan új heurisztikát, amely a megadott heurisztikákat felhasználja és amely mellett az A^* keresés garantáltan nem fejt ki több csomópontot, mint a h_1 , ..., h_3 közül bármelyiknek az alkalmazásával!

Tehát kellene egy olyan heurisztika, amely:

- elfogadható (hogy a keresés maradjon optimális),
- csak a h_1 , h_2 , h_3 értékeire támaszkodik,
- nagyobb értékeket biztosít (domináns), mint a h_1 , h_2 , h_3 mindegyike külön-külön

A megoldás az előadáson is említett $h = \max \{h_1, h_2, h_3\}$

38. Alkalmasan megválasztva a predikátumokat, írja fel, milyen logikai függvénynek felel meg az ábrán látható döntési fa



$$\begin{aligned}
 DF = & (\neg \text{Summer} \wedge \neg \text{Warm}) \vee \\
 & (\text{Summer} \wedge \neg \text{Sunny} \wedge \neg \text{Sunday}) \vee \\
 & (\text{Summer} \wedge \text{Sunny})
 \end{aligned}$$

39. Milyen ágenskörnyezetről azt mondjuk, hogy nem hozzáférhető? Adjon példát egy konkrét ágensre, problémára és környezetre, amire igaz ez a definíció!

Amelyben valami oknál fogva nem érzékelhető az összes lényeges információ, ami az ágensre kiszabott feladat megoldásához szükséges lenne.

Példa:

Probléma: reggel minél kisebb benzin ráfordítással, minél gyorsabban átkerülni lakásból a munkahelyre

Ágens: gk. vezető

Környezet: budapesti reggeli forgalom

40. Definiálja saját szavakkal az elfogadható heurisztika fogalmát! A sakktáblán történő útkereséshez a vezér, a bástya és a király számára elfogadható heurisztika-e a légvonalbeli távolság, ill. a Manhattan heurisztika?

Az a heurisztika, amely mindig úgy téved, hogy a cél közelebbinek látszik az adott helyről.

A légvonalbeli heurisztika minden fizikai térben (euklideszi geometria pontosságáig) elfogadható és a sakktábla is olyan, minden bábúra. Bástya nem tud átlósan lépni, Manhattan heurisztika módjára lép helyről helyre. A Manhattan távolság így

Száma a tényleges távolság. Ha elfogadjuk, hogy az elfogadhatóság definíciójában kisebb-egyenlő áll, akkor ez a heurisztika is elfogadható. A másik két bábú tud átlósan lépni, azok számára a Manhattan távolság lényegesen tud felülbecsülni a tényleges távolságot, magyarul nem elfogadható.

41. Hogyan működik a hegymászó keresés? Mik a jó tulajdonságai és azok mivel magyarázhatók meg?

Lokális keresés, tehát kicsi (elágazási tényezőben maximalizált) a tár komplexitása, gyors. Ezek forrása, hogy nem tárol semmit a ki nem fejtegetett alternatívákból (irányokból).

42. Mit jelent (szabatosan megfogalmazva), hogy a logikai bizonyítás teljes?

Hogyha A tény vonzata a B elméletnek, akkor az A tény a B elméletből mindig bebizonyítható.

43. Mit jelent, hogy egy matematikai logika teljes, monoton, eldönthető? Predikátum kalkulus milyen?

Matematikai logika teljes, ha rendelkezik egy teljes bizonyítással, eldönthető, ha egy logikai állítás értéke (akár igaz, akár hamis) algoritmikusan belátható, monoton, ha a bizonyítások új tények megjelenésével nem veszítenek az értékükből. Predikátum kalkulus teljes, félig eldönthető, monoton.

44. Mi a szituáció kalkulus? Mi a hatás axióma?

Szit. kalkulus a predikátum kalkulus egy alkalmazása annak leírására, hogy egy ágens cselekvéseivel változást idéz elő a környezetben.

A hatás axióma egy konkrét változás leírása egy konkrét cselekvés hatására.

45. Mi a keret axióma?

A keret axióma a világ azt a részét (annak csak egy konkrét részét) írja le, ami egy konkrét cselekvés hatására mégsem változik.

46. Mikor jól definiált egy probléma?

- A **problématér** (a kezdeti, a közbülső és a célállapotok közös reprezentációja).
- Az ágens rendelkezésére álló **lehetséges cselekvések halmaza**
operátor: egy cselekvés leírása, mely megadja, hogy a cselekvés egy adott állapotban történő alkalmazásának hatására az ágens mely állapotba kerül.
- **Irányító heurisztikák és a pálya cselekvési/számítási költségei.**

47. Feltételes valószínűség definíciója alapján vezesse le a Bayes-tételt!

$$P(A|B) = \frac{P(AB)}{P(B)} = \frac{P(BA)}{P(B)} = \frac{P(BA)}{P(A)} \cdot \frac{P(A)}{P(B)} = P(B|A) \cdot \frac{P(A)}{P(B)}$$

48. Foglalja össze, hogy heurisztika bevezetése milyen következményekkel jár a keresési algoritmusok körében!

A nem informált keresések körében az időkomplexitás kivétel nélkül exponenciális. Az irányító heurisztika bevezetése lehetőséget teremt ennek a komplexitásnak a mérséklésére:

- ha a heurisztika hibátlan (vagy ha a teljességről lemondunk), akkor a komplexitás lineáris,
- ha a heurisztika hibája kicsi (ld. jegyzet), akkor polinomiális,
- egyéb esetben is mérséklő hatású.

49. Foglalja össze, hogy milyen információkat kell megadni egy probléma PDDL leírásához!

A cselekvések STRIPS jellegű leírása (logikai előfeltételek és ponált és negált utóhatások) és a bennük használt fogalmak (predikátumok, típusok, stb.) a Domain fájlban, valamint a kezdeti és a végállapot leírása (a cselekvéseknél használt logikai kifejezésekkel konzisztens módon) és a bennük szereplő konkrét objektumok a Probléma fájlban

50. Magyarozza meg, hogy a tanulás miért lényegi képesség egy intelligens rendszer számára?

Mivel tanulás révén intelligens rendszer képes megjavítani akármilyen reprezentációban akármilyen komponensének a működését, tanulás alapvetően egy élettartam-növelő mechanizmus, ha az intelligens rendszer képességei a környezet változása, vagy a meghibásodás miatt, romlanak, illetve intelligencia-növelő mechanizmus, ha egyéb esetben a rendszer tanulás révén növeli, átalakítja, hatékonyabbá teszi a tárolt tudásanyagot és a kezelését.

51. Mi a szituációkalkulus? Írjon fel, informális szóbeli magyarázattal kísérve, egy olyan szituációkalkulusbeli állítást, amely az apparátusra jellemző minden elemet tartalmaz!

Predikátum kalkulus egy alkalmazása, ahol minden időfüggő predikátum idő (szituáció) argumentumot kap, hogy az időfüggő értékváltozását követni tudjuk. A szituációkat egymásba az ágens cselekvései viszik át, aminek kifejezésére egy speciális új szituáció = eredmény(cselekvés, régi szituáció) függvény szolgál.

Azáltal ki tudjuk fejezni az ágens cselekvéseinek hatását az ágens környezetére jellemző tulajdonságokra.

Pl.

$$\forall x. \forall s. \neg \text{Sós}(x, s) \rightarrow \text{Sós}(x, \text{eredmény}(\text{Megsózza}, s))$$

52. Magyarozza meg a megerősítéses tanulás elvét Q-tanulás esetén!

A tanult mennyiség egy cselekvés kívánatossága egy környezeti állapotban, azaz a cselekvés-érték: $Q(a,s)$.

A cselekvés-érték tanulásához semmilyen előzetes információ (modell) nem szükséges. Ilyen tanulás révén az ágens a saját működési modelljét is megtanulja. A megerősítések alapján a cselekvés-értéket folyamatosan kell frissíteni naiv, vagy időkülönbség módszerrel.

53. Magyarozza meg az indirekt állapotábrázolásban rejlő általánosítás lehetőségét!

Az indirekt állapotábrázolás a hasznosság nem (explicit) táblázatos, hanem képlettel kódolt előállítás: $U(s) = w_1 f_1(s) + w_2 f_2(s) + \dots + w_N f_N(s)$

Az általánosítás titka az, hogy mivel a feature függvények akármilyen állapotra kiszámíthatók, a hasznosság kiszámításához meg kell becsülni a súlytényezőket. Ha ezt meg lehet tenni kevés példából a környezet egy részében és a becslés viszonylag jó, akkor a képlet lehetőséget ad arra, hogy a tanulásnál nem is látott állapotokra is megbecsüljük azok hasznosságát.

54. Tananyag alapján adjon rövid magyarázatot az alábbiakhoz:

$\forall x. \exists y. \text{Vanbarátja}(x, y) \quad \text{--->} \quad \forall x. \text{Vanbarátja}(x, \text{Skolem-konstans})$

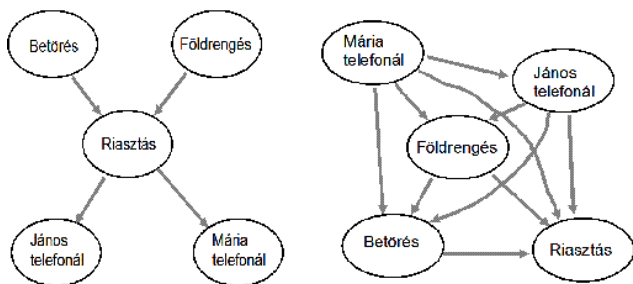
$\forall x. \exists y. \text{Vanbarátja}(x, y) \quad \text{--->} \quad \forall x. \text{Vanbarátja}(x, f_{\text{Skolem}}(x))$

Egzisztenciális kvantor eliminálása skolemizálással:

felső: helytelen, mert jelentéskorlátozó,

alsó: (Skolem függvényel) helyes.

55. Hasonlítsa össze a mellékelt valószínűségi hálókat a hálókra vonatkozó, tanult jellemzők szempontjából! (összekötöttség, tömörség, FVT terjedelme, következtetés)



Bal

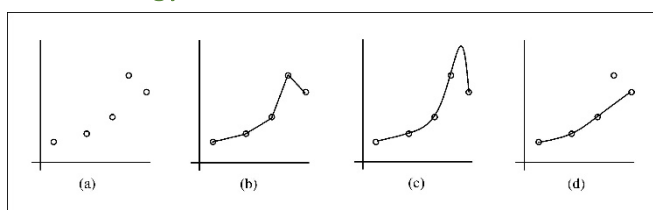
- Egyszeresen összefüggő
- Tömör, FVT = 10 valószínűség az elvi 31-ből
- Lineáris komplexitású egzakt következtetés

Jobb

Többszörösen összefüggő

Tömörségről szó sincs, 31 valószínűség a 31-ből csak közelítő következtetési eljárások

56. Tananyag alapján adjon rövid magyarázatot a mellékelt ábrához!



Az ábra az induktív tanulás elfogultságát illusztrálja függvényközelítés példáján. Ugyanazokból az adatokból, más-más megfontolások alapján, más tulajdonságú függvényközelítést szerkeszthetünk.

57. Klóz-formára hozás lépései:

Transzformáció klóz formára

1. Ekvivalenciát eltüntetni: $A \Leftrightarrow B = (A \rightarrow B) \wedge (B \rightarrow A)$

2. Implikációt eltüntetni: $A \rightarrow B = \neg A \vee B$

3. Negálást az atomi formulák szintjére áthelyezni.

$$\neg (A \vee B) = \neg A \wedge \neg B, \quad \neg \forall x p(x) = \exists x \neg p(x)$$

4. Egzisztenciális kvantorokat eltüntetni: Skolemizálás

5. Ha szükséges, a változókat átnevezni.

$$\forall x p(x) \vee \forall x q(x) \quad \text{--->} \quad \forall x p(x) \vee \forall y q(y)$$

6. Univerzális kvantorokat balra kihelyezni.

$$\dots \forall x \dots \forall y \dots = \forall x \forall y \dots x \dots y \dots$$

7. Diszjunkciókat literál szintjére áthelyezni.

$$(A \wedge B) \vee C = (A \vee C) \wedge (B \vee C)$$

A cél:
az eredeti állításforma
és a klózforma
logikailag ekvivalensek!

konjunktív normal forma (CNF, Davis, 1960)

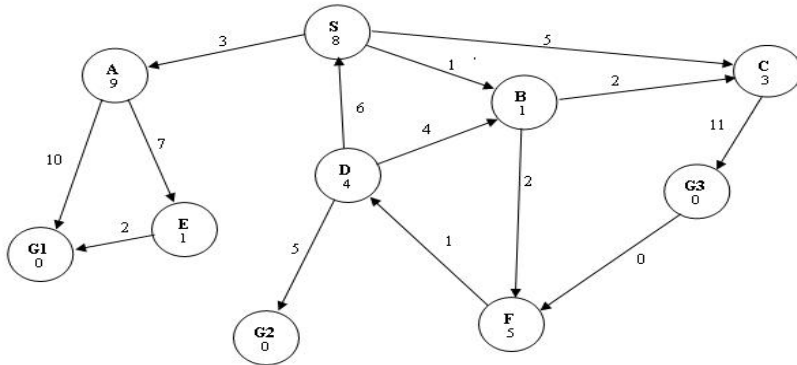
8. Konjunkciókat eliminálni. Bontás diszjunktív klózkra

9. Ha szükséges, a változókat átnevezni.

10. Univerzális kvantorokat elhagyni. **Ami marad: $\neg$, $\vee$, és most?**

II. Feladatok

1. Az ábrán látható állapottérben találja meg a megoldó utat az S csomóponttól a megfelelő Gx célcsomópontba egyenletes kereséssel! Adja meg lépésről lépésre az algoritmus menetét a hullámfrontok felsorolásával (ezeken belül aláhúzással jelölje a kifejtendő csomópontokat)!



S(0)

A(3), B(1), C(5)

A(3), F(3), ~~C(5)~~, C(3)

C-hez több pálya vezet, a jobbat kell megtartani

Most egy platón vagyunk, oldjuk fel e helyzetet pl. úgy, hogy a legrégebbi csomópontot választjuk meg kifejtésre

G1(13), E(10), C(3), F(3)

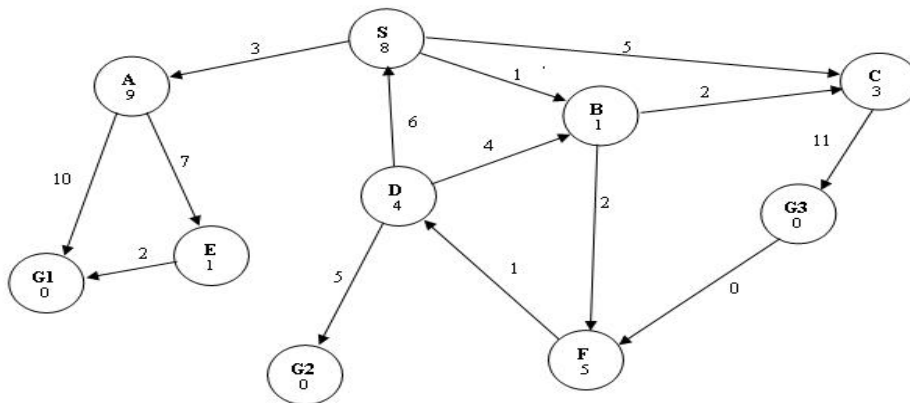
G1(13), E(10), G3(16), F(3)

G1(13), E(10), G3(16), D(4)

G1(13), E(10), G3(16), ~~S(10)~~, ~~B(8)~~, G2(9)

S és B már volt, jobb értékekkel, itt sem kell őket megtartani. G2-nél nincs olcsóbb út és ez már a célcsomópont.

2. Az ábrán látható állapot térben találja meg az utat az S csomóponttól a megfelelő Gx célcsomópontba A* kereséssel! Adja meg lépésről lépésre az algoritmus menetét a hullámfrontok felsorolásával (ezeken belül pedig húzza alá a kifejtendő csomópontokat)!



S(0+8=8)

A(3+9=11), B(1+1=2), C(5+3=8)

A(3+9=11), F(3+5=8), ~~C(5+3=8)~~, C(3+3=6)

C-hez több pálya vezet, a jobbat kell megtartani

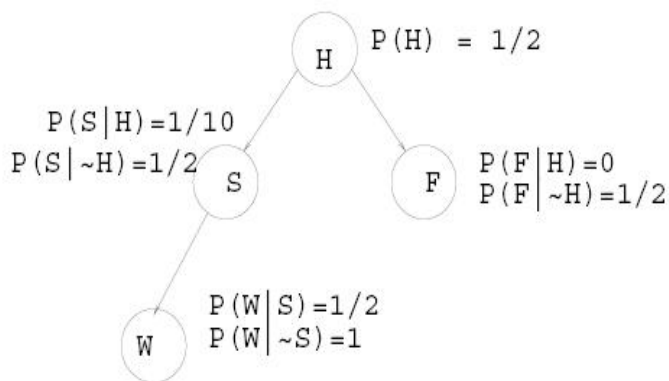
A(3+9=11), F(3+5=8), G3(16+0=16)

A(3+9=11), D(4+4=8), G3(16+0=16)

A(3+9=11), ~~S(10+8=18)~~, ~~B(8+1=9)~~, G2(9+0=9), G3(16+0=16)

S és B már volt, jobb értékekkel, itt sem kell őket megtartani

3. A H jelentése, hogy az ember boldog. Ha valaki nem boldog, akkor nagyobb eséllyel betegszik meg (S), ha viszont megbetegszik, akkor nagyobb valószínűséggel nem megy munkába (W). Ha valaki nem boldog, akkor nagyobb valószínűséggel veszekszik (F)



Tudjuk, hogy a barátunk nem boldog és nem is ment munkába. Mi a valószínűsége, hogy veszekszik valakivel? (Válaszát külön lapra írja!)

Felírhatjuk **formálisan**:

$$P(F | \neg W \neg H) = P(F \neg W \neg H) / P(\neg W \neg H)$$

$$P(F \neg W \neg H) = P(S F \neg W \neg H) + P(\neg S F \neg W \neg H)$$

$$P(\neg W \neg H) = P(S F \neg W \neg H) + P(S \neg F \neg W \neg H) + P(\neg S F \neg W \neg H) + P(\neg S \neg F \neg W \neg H)$$

$$P(S F \neg W \neg H) = P(\neg W | S) P(S | \neg H) P(F | \neg H) P(\neg H) = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

$$P(S \neg F \neg W \neg H) = P(\neg W | S) P(S | \neg H) P(\neg F | \neg H) P(\neg H) = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

$$P(\neg S F \neg W \neg H) = P(\neg W | \neg S) P(\neg S | \neg H) P(F | \neg H) P(\neg H) = 0$$

$$P(\neg S \neg F \neg W \neg H) = P(\neg W | \neg S) P(\neg S | \neg H) P(\neg F | \neg H) P(\neg H) = 0$$

$$P(\neg W \neg H) = 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

$$P(F \neg W \neg H) = P(S F \neg W \neg H) + P(\neg S F \neg W \neg H) = 1/2 \times 1/2 \times 1/2 \times 1/2$$

$$P(F | \neg W \neg H) = P(F \neg W \neg H) / P(\neg W \neg H) = \mathbf{1/2}$$

de észrevehetjük azt is, hogy ha H értéke ismert, akkor F és W **feltételelesen független** és:

$$P(F | \neg W \neg H) = P(F | \neg H) = \mathbf{1/2}$$

4. Egy ágens példákából az Érdekes(x) tulajdonság definícióját tanulja döntési fa módszerével. Az alábbi 8 példát kapja. Döntse el információelméleti mennyiségeket mérlegelve, hogy a döntési fa építését melyik attribútum tesztel kellene kezdeni! (Adott, hogy: $I(2/5,3/5) = 0.9710$; $I(1/3,2/3) = 0.9183$; $I(3/8,5/8) = 0.9544$; $I(1/5,4/5) = 0.7219$; $I(1/4,3/4) = 0.8113$)

Sz.	TémábaVág	SokLink	SokText	Frissített	Érdekes
X1	N	I	N	N	I
X2	I	N	N	I	N
X3	I	I	I	N	I
X4	I	N	I	I	I
X5	N	N	N	I	I
X6	I	N	I	N	N
X7	I	I	N	I	I
X8	N	N	N	N	N

Példa halmaz információja = $I = I(3/8, 5/8)$

Nyereség(TV) = $I - 3/8 I(1/3,2/3) - 5/8 I(2/5,3/5)$

Nyereség(SL) = $I - 3/8 I(0,1) - 5/8 I(2/5,3/5)$

Nyereség(ST) = $I - 3/8 I(1/3,2/3) - 5/8 I(2/5,3/5)$

Nyereség(F) = $I - 1/2 I(1/4,3/4) - 1/2 I(1/2,1/2)$

Látszik, hogy Nyereség(SL) > Nyereség(TV), Nyereség(SL) > Nyereség(ST).

Azaz csak a Nyereség(SL) és Nyereség(F) viszonyát kell megállapítani.

Nyereség(SL) = $.9544 - 5/8 .971 = \text{kb. } .6$

Nyereség(F) = $.9544 - 1/2 .8113 - 1/2 = \text{kb. } .1 \rightarrow$ A SokLink a legjobb.

5. Egy ágens a pillanatnyi legjobb hipotézis módszerrel az alábbi 4 példából tanulja az $\text{ÉrdekesLap}(x)$ definícióját. A kiinduló hipotézis legyen maga az első példa. Írja le a tanulás folyamatát (mi az aktuális példa minősítése, a hipotézis, a szükséges műveletek jellege (általánosítás, specializálás) és konkrét formája)? (Ne feledkezzen meg a hipotézismódosítást követő példaellenőrzésről sem!)

Sz.	Sok Reklám	Sok Link	Sok Text	Érdekes Lap
X1	N	I	I	I
X2	N	I	N	I
X3	I	N	N	N
X4	I	N	I	I

A H1 hipotézis tehát: $H1(x) = X1 = \neg \text{SokReklám}(x) \wedge \text{SokLink}(x) \wedge \text{SokText}(x)$

A H1 hipotézis tehát: $H1(x) = X1 = \neg \text{SokReklám}(x) \wedge \text{SokLink}(x) \wedge \text{SokText}(x)$

$H1(X1)$ = Igaz, Helyes Pozitív

$H1(X2)$ = Hamis, Hamis Negatív, általánosítani kell, pl. konjunkció levételével:

$H2(x) = \neg \text{SokReklám}(x) \wedge \text{SokLink}(x)$

Ellenőrzés:

$H2(X1)$ = Igaz, ok

$H2(X2)$ = Igaz, ok

Tovább:

$H2(X3)$ = Hamis, ok

$H2(X4)$ = Hamis, Hamis Negatív, újra kell általánosítani.

További konjunkció eliminálása nem megy, az ellenőrzés során mindig lesz egy rosszul osztályozott példa. Az általánosítást így egy diszjunkció hozzáadásával kell megvalósítani:

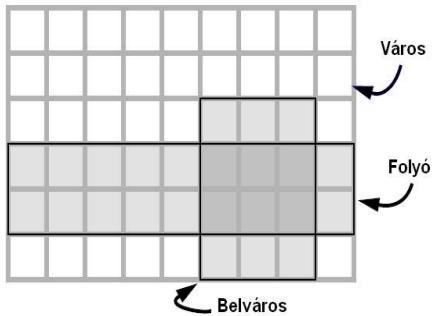
$H3(x) = (\neg \text{SokReklám}(x) \wedge \text{SokLink}(x)) \vee \text{SokText}(x)$

Ez a hipotézis mind a 4 példára jól viselkedik, a példahalmazzal konzisztens.

6. A VKH tanulásnál $n = 7$ argumentumú logikai függvény definícióját tanuljuk. A kívánt hibaszintek mindegyike 0,1. Minimálisan hány tanító példára van szükség?

$$m \geq \frac{1}{\varepsilon} \left(\ln \frac{1}{\delta} + \ln |\mathbf{H}| \right) \quad |\mathbf{H}| = 2^{2^n} \quad \varepsilon = .1, \delta = .1, n = 7$$

7. Egy műhold földnek csapódott a városon belül. Legyen $P(F)$ annak a valószínűsége, hogy a folyóba esett, $P(B)$ pedig, hogy a belvárosba. Ábra alapján adja meg az alábbi valószínűségek értékét!



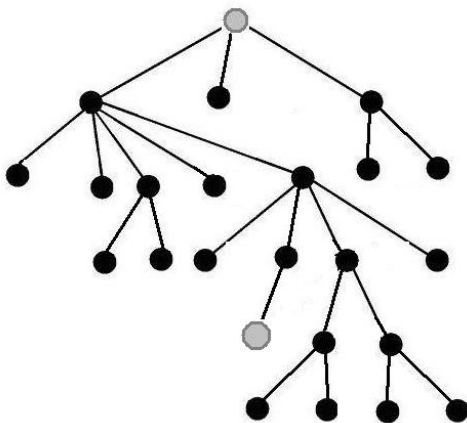
$$P(B) = B / V = 2/9$$

$$P(FB) = FB / V = 6/54 = 1/9$$

$$P(B | F) = P(FB)/P(F) = (1/9) / (1/3) = 1/3$$

8. Egy keresés befejeződött. Az ábrán látszik az algoritmus futása alatt kifejtett keresési fa (az alsó szürke csomópont a célcsomópont).

Mennyi a keresés effektív elágazási tényezője? (Kísérlelje meg az értékét minél pontosabban, de komolyabb számítás nélkül megbecsülni!) Mire ad információt ez az érték? (Válaszait ide



írja!)

$$N = 1 + b + b^2 + b^3 + \dots + b^d$$

$$N = 24, d = 4,$$

$$\text{Ha } b = 1 \text{ lenne, akkor: } 24 \leftrightarrow 1$$

$$\text{Ha } b = 2 \text{ lenne, akkor: } 24 \leftrightarrow \text{sokkal több, mint } 24, \text{ azért } 1 < b < 2 \text{ (közelebb 1-hez)}$$

9. Ha egy ágens Öntöz cselekvése egy S helyzetből kiindulva nem változtatja a kerti pálma Hely(Pálma, Sarok) helyét, akkor ezt a tényt hogyan kell a szituáció kalkulában megadni? (Válaszát ide írja!)

$$Pl. \forall \text{ szituáció Hely(Pálma, Sarok, szituáció)}$$

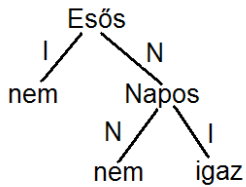
$$\rightarrow \text{Hely(Pálma, Sarok, Eredmény(Öntöz, szituáció))}$$

10. Wumpus-játékban Wumpus nem mozdul, akármit is tesz a vadászó ágens. Fejezze ki ezt a tényt egy alkalmas keretaxiómával! (Válaszát ide írja!)

Pl. $\forall$ cselekvés $\forall$ szituáció $\text{Hely}(\text{Wumpus}, \text{szituáció})$

$\rightarrow \text{Hely}(\text{Wumpus}, \text{Eredmény}(\text{cselekvés}, \text{szituáció}))$

11. Milyen logikai függvénynek felel meg a mellékelt döntési fa?
(Válaszát ide írja!)



DF = $\neg \text{Esős} \wedge \text{Napos}$

12. „A nagynénim szerint, mindenki, aki nyughatatlan (N) és gyufával játszik (G), az megégeti magát (M). Azon túl van, aki szerinte nyughatatlan és gyufával is játszik. Ennek alapján a nagynénim szentül meg van győződve arról, hogy valaki meg fogja égetni magát.”

Legyen tehát a nagynéni tudásbázisa:

$\forall x \text{ N}(x) \wedge \text{G}(x) \rightarrow \text{M}(x); \exists x (\text{N}(x) \wedge \text{G}(x)).$

Igaz-e, hogy $\exists x \text{ M}(x)$? Döntsük el ezt a rezolúciós bizonyítással!

$\forall x \text{ N}(x) \wedge \text{G}(x) \rightarrow \text{M}(x)$

$\exists x (\text{N}(x) \wedge \text{G}(x)).$

$\neg(\exists x \text{ M}(x))$

Klózok:

a. $\neg \text{N}(x_1) \vee \neg \text{G}(x_1) \vee \text{M}(x_1)$

b. $\text{N}(S_1)$

c. $\text{G}(S_1)$

d. $\neg \text{M}(x_2)$

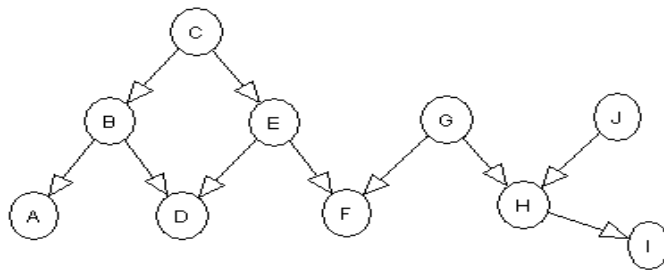
Rezolúció:

e: a+b, $x_1/S_1 \neg \text{G}(S_1) \vee \text{M}(S_1)$

f: e+c $\text{M}(S_1)$

g: f+d üres rezolvens

13. Adott az alábbi háló:



a) Írjon fel az alábbi hálóra érvényes 3 db feltételes függetlenségi relációt!

b) Mi a $P(A C D F G H J I)$ valószínűség képlete háló alapján?

c) Ha a háló minden változója bináris, mennyivel redukálja ez a háló az együttes eloszlás megadását?

a. Pl. $P(A \mid B C) = P(A \mid B)$

$P(E \mid G) = P(E)$

$P(I \mid H G J) = P(I \mid H)$

b. $P(A B C D F G H J I) = P(A B C D F G H J I E) + P(A B C D F G H J I \neg E) =$

$P(A \mid B) P(D \mid B E) P(F \mid E G) P(H \mid G J) P(I \mid H) P(B \mid C) P(E \mid C) P(C) P(G) P(J)$

$+ P(A \mid B) P(D \mid B \neg E) P(F \mid \neg E G) P(H \mid G J) P(I \mid H) P(B \mid C) (1 - P(E \mid C)) P(C) P(G) P(J)$

c. $2^{10} - 1 = 1023 \dots 2+2+2+2+4+4+4+2 = 22$

14. $P(A \mid E H)$ valószínűség közelítő számítása alapján a kapcsolódó hálóban illusztrálva magyarázza meg mi a likelihood mintavétel lényege? (Válaszát ide írja!)

$W = 1$

Sorsolás: C, G, J, beállítás E, $W = W \times P(E \mid C)$

Sorsolás: B, F, beállítás H $W = W \times P(H \mid G J)$

Sorsolás: A, D, I

$P_{köz} = N/M, M = M + W$, ha $A = \text{Igaz}$, $N = N + W$

A wikin lévő doc-fájlt formáztam, (remélhetőleg) olvashatóbbá tettem, a tartalmat nem módosítottam! (ha szeretnéd kibővíteni, írd emailt, és elküldöm a formázható verziót: papkos (kukac) gmail (pont) com)

Pap Ákos – 2013. 12. 18