

Feladatok

+++++++ Könnnyű rövid kérdések ágensekről ++++++

Adja meg egy ágens rendszer meghatározását!

Megoldás: Környezetbe ágyazott, azt szenzoraival folyamatosan érzékelő és a beavatkozó szerveivel befolyásoló rendszer.

Miben nyilvánul meg a racionális ágens és a nem racionálisnak nevezhető ágens közötti különbség?

Megoldás: Racionális ágens egy cél, avagy a környezetének egy elérendő állapota vezérli. A beavatkozásai célorientáltan a környezeti célállapot felé irányulnak.

Mi a reflexszerű ill. a célorientált ágens a másikkal szemben mutatott legnagyobb előnye ill. hátránya?

Megoldás: A reflexszerű ágens kifejezetten a leggyorsabb működésű (ezzel szemben a másik kifejezetten lassú), míg a célorientált ágens kifejezetten rugalmas, alkalmazkodó, adaptálható működésű (ezzel szemben a másik merev, implementációs szinten bevasalt).

Milyen és hogyan összekapcsolt rétegekből áll a hibrid ágens architektúrája és miért éppen így?

Megoldás: Alul helyezkedik el a reflexszerű réteg, a gyors működés érdekében, fölötte, vele parallel módon a célorientált réteg, hogy a reflexszerű réteg által nem lekezelhető feladatokat átvegye és lassabban, ám rugalmasabban oldja meg, és a megoldásait a reflexszerű rétegnek a végrehajtásra tovább adja.

Milyen működésű egy hasznosság orientált ágens és mire való az általa kezelt hasznosság?

Megoldás: A hasznosság orientált ágens a környezet állapotait egy hasznossági mércével értékeli és eszerint határozza meg a környezetében a mozgását ill. a befolyásoló cselekvéseit. Ezáltal olyan megoldások közt válogathat, amelyek ugyan a célállapot felé tartanak, de az ágens számára érdekes anyagokból, erőforrásokból, stb. előnyösebben merítenek. Az ágens problémamegoldó tevékenysége optimalizálható.

Egyállapotú problémákhoz képest a felfedezéssel jellegű probléma komoly megpróbáltatást jelent egy ágens számára. Mit és miért?

Megoldás:

Egyállapotú problémában a keresési tér és az ágens cselekvéseinek hatása a térben elvben ismert, a tervezésben felhasználható, sok esetben a tervezés (a problémamegoldó cselekvés szekvencia) előre (off-line) jelleggel elvégezhető.

Felfedezéssel jellegű probléma esetén ágens környezeti tudás, ill. a saját képességeinek tudása akár erősen hiányos is lehet (egy ilyen helyzet állhat elő a környezetben bekövetkezett, előre nem várt átalakulás, vagy az ágens meghibásodása esetén). Ilyenkor ágens nem tehet mást, mint a környezetben cselekvéseiben tájékozódni (és közben információt gyűjteni), de mivel a legelején nem biztos, mely cselekvés jó lesz az adott helyzetben, káros, veszélyes, katasztrofális helyzetekbe is kerülhet.

Vitassa meg ágens működésére jellemző ágensfüggvény kiszámításának különböző lehetőségeit és ezek feltételeit és következményeit!

Megoldás:

Ágensfüggvényt (agens cselekvését rögzítő leírást) számíthat az ágens fejlesztője rendszerfejlesztés közben. Szükséges ehhez nagy pontosságú, megbízható ismeret a problémakörnyezetről és magáról az ágensről. A tervezés tipikus eredménye egy reflexszerű ágens.

A fejlesztő beviseli az ágensbe az ágensfüggvény kiszámításának valamilyen szintű képességét is. Korlátos eset a különböző keresési,

tervkészítési, stb. algoritmusok tudása, melyekkel az ágens - a pillanatnyi helyzethez igazodva - kiszámítja a cselekvési szekvenciát. Ennek tipikus eredménye a célorientált ágens, amely cselekvéseivel képes eltérő, de előre meghatározott jellegű feladatokhoz alkalmazkodni. Legáltalánosabb eset a tanuló ágens, ahol a fejlesztő a tanulás képességét viszi be a rendszertervbe, és ennek eredményeképpen ágens képes opportunistá módon kiépíteni a tudását, belőle a problémák aktuális leírását, belőle eme problémák konkrét megoldás módszereit.

+++++++ Könnyű rövid kérdések keresésről ++++++

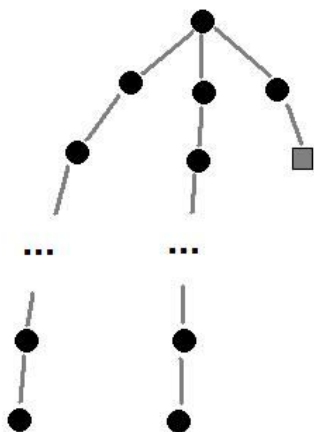
Hogy ágens egy keresési algoritmussal megoldhassa a problémáját, milyen jellegű tudást kell a feladatából kiabsztrahálni és formálisan leírni?

Megoldás:

A problémaállapotait kell egy keresési térként összefogni, ahol van egy kitüntetett kezdeti és egy, vagy több célállapot. A célállapotokat tudni kell észrevenni célállapottesztel, a problémaállapotait befolyásoló cselekvéseket kell a keresési tér operátoraiként leírni. Esetleg definiálható még a cselekvés költsége és az irányító heurisztika.

+++++++ Nagyobb feladatok keresésről ++++++

Állapítsa meg a mellékelt ábrán látható keresési fát eredményező keresési algoritmus effektív elágazási tényezőjét (képlete, adatok, közelítő számított érték), ha a két baloldali ág mélysége rendre 5, 10, és 100!



Megoldás:

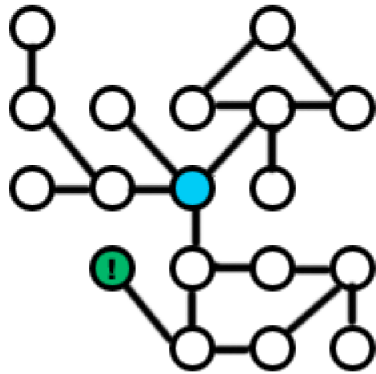
($m = 5$) $N = 1 + 2m + 3 = 1 + b + \dots b^2 = 14 = 1 + b + b^2$, b ca. 3

($M = 10$) $N = 24 = 1 + b + b^2$, b kicsit több, mint 4

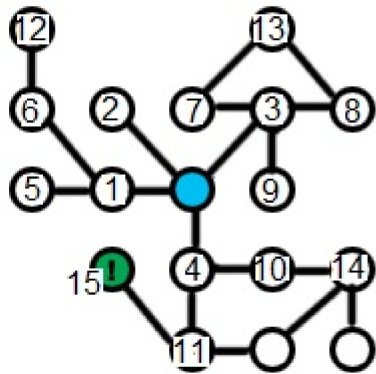
($M = 100$) $N = 204 = 1 + b + b^2$, b majdnem 14

Az alábbi gráfon szélességi keresés indul a kék csomóponttól a felkiáltó jellel jelzett csomópontig. Egy csomópont gyerekeinek kifejtése mindig Nyugat-Észak-Kelet-Dél sorrendben történik. Számozza 1-től kezdve az ábrán a keresés által meglátogatott csomópontokat,

állapítsa meg a keresési algoritmus effektív elágazási tényezőjének számításához szükséges mennyiségeket! Adja meg az effektív elágazási tényező hozzávetőleges értékét!

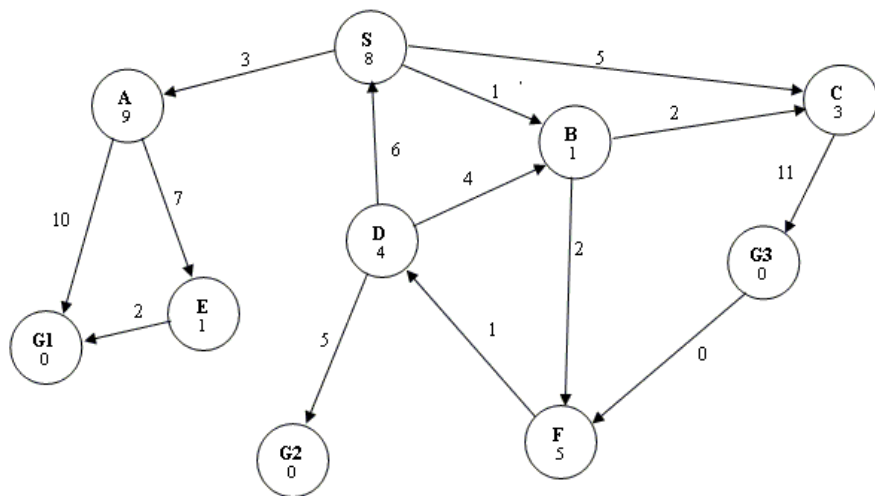


Megoldás:



$N = 16$, $d = 3$, $N = 1 + b + \dots + b^d$, $16 = 1 + b + b^2 + b^3$, b kicsit több, mint 2.

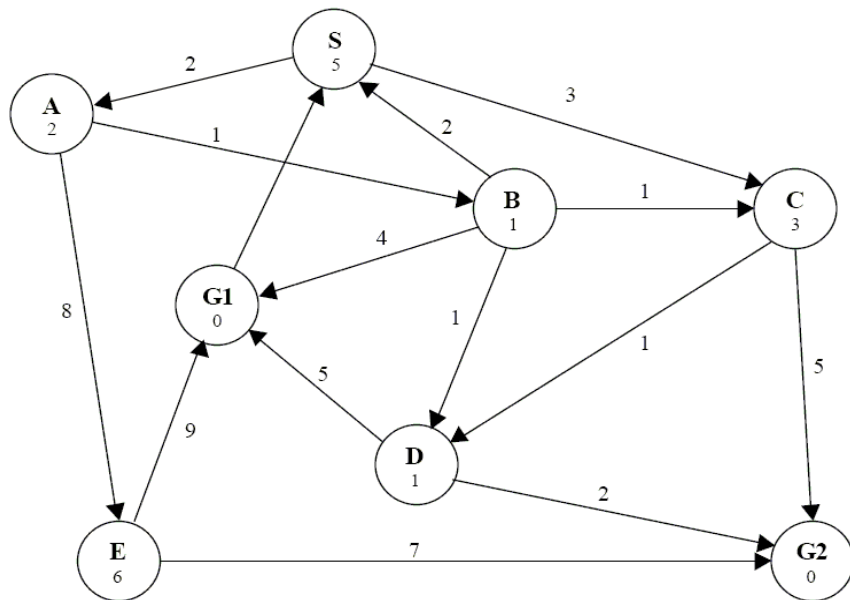
Milyen sorrendben fejti ki a csomópontokat és melyik célállapotban köt ki az ábrán látható gráfban (az ekvivalens csomópontok megválasztását balról-jobbra oldjuk fel, a lépések költsége az éleken, a h heurisztika értéke a csomópontnál van feltüntetve) az S csomópontból induló: (a) mélységi keresés, (b) szélességi keresés, (c) egyenletes költségű keresés, (d) mohó keresés, (e) A^* keresés?



Megoldás:

- (a) S A G1
- (b) S A B C G1
- (c) S B A F C D G2
- (d) S B C G3
- (e) S B C F D G2

Milyen sorrendben fejti ki a csomópontokat és melyik célállapotban köt ki az ábrán látható fában (az ekvivalens csomópontok megválasztását balról-jobbra oldjuk fel, a lépések költsége az éleken, a h heurisztika értéke a csomópontnál van feltüntetve) az S csomópontból induló: (a) mélységi keresés, (b) szélességi keresés, (c) egyenletes költségű keresés, (d) mohó keresés, (e) A* keresés?



Megoldás:

- (a) S A E G2
- (b) S A C B E G2
- (c) S A C B D G2
- (d) S A B G1
- (e) S A B D G2

+++++++ Könnyű rövid kérdések tervkészítésről ++++++

A részben rendezett tervkészítés algoritmus valójában egy keresési algoritmus. Mi a itt a keresési tér (kezdeti állapot, célállapotteszt, operátorok, lépésköltség, heurisztika, ...)?

Megoldás:

A keresési tér a részben kész terveknek a tere. A kezdeti állapot az un. üres terv, a célállapotteszt a tervben fellelhető még nem lefedett (biztosított) előfeltételek és még nem kivédett fenyegetett védett kapcsolatok a jelenléte, az operátorok a cselekvések hozzáadása, rendezési kényszerek bevezetése, ill. a változók lekötése, a lépésköltség nincs (egységnyi) és a heurisztika alapvetően nincs, ám gyakorlati implementációknál a Graphplan-nal kinyert (mutexek jellege és száma).

Milyen alapvető tervezési elven alapszik a részben rendezett tervkészítés algoritmus?

Megoldás:

Tervek terében keresünk egy "üres" tervből kiindulva. Az alakuló tervben minden cselekvés minden előfeltételét egy korábbi (e célból beszúrt, már létező, ill. a Start) cselekvés hatásával kell biztosítani (ez a védett szakasz) ügyelve arra, hogy ha egy parallel tervágon megjelenik e hatás rontása

(védett szakasz fenyegetése), akkor a parallel ági cselekvéseket egymáshoz képest rendezni kell (fenyegetés kivédése előre- vagy hátramozdítással)

Mi és mire szolgál a részbenrendezett tervkészítésnél tapasztalt előre-, vagy hátramozdítás?

Megoldás:
Ld. előbb

A részbenrendezett tervkészítésnél az algoritmus a tervek terében keres. Miből áll ebben a térben egy-egy állapot leírása?

Megoldás:
Egy állapot egy még nem teljesen kész terv. Leíró komponensei (1) az eddig beleszúrt cselekvések referenciái, (2) az eddigi cselekvésekre vonatkozó rendezési korlátok, (3) az eddigi cselekvésekre és előfeltételekre vonatkozó védett szakaszok (kapcsolatok), ill. (4) az eddigi cselekvések előfeltételeire és hatásaira vonatkozó változólekötések.

Mi a Graphplan módszerben megjelenő "mutex" és mire szolgál?

Megoldás:
Mutex = mutual exclusion = kölcsönös kizárás = olyan helyzetek (parallel cselekvések fenyegetésekkel, feltételpárok) megjelölése, amelyek együttesen nem állhatnak fel. Ha az előre szerkesztett Graphplan-jellegű gráf kiegyenlítődik, mutexek segítik megnyesni a terv megkeresésénél az egymást kizáró tervágakat.

Hogyan néz ki a tervkészítés szituáció kalkulusban?

Megoldás:
Sztituáció kalkulus predikátum logika, a feladatot tehát logikai apparátussal ki kell fejezni. A cselekvések hatását hatás- és keret axiómákkal le kell írni, a kezdeti és a kívánt állapotot logikai állítások formájában le kell írni. Az így keletkezett tudásbázist klózzá kell alakítani és a célállítás negáltját meg kell kísérelni rezolúcióval be bizonyítani. Sikeres bizonyítás végén a terv a célállítás változójának behelyettesítésében áll elő.

+++++ Könnyű rövid tesztek +++++

A baloldali oszlopban szereplő fogalmak mellé írja be a jobboldalon lévő, leginkább odaillő definíciónak megfelelő betűt!

M	racióális ágens	A	A kívánt állításhoz vezető, következtetési szabályokból adódó konklúziók láncolata.
H	monoton logika	B	Egy állítás, amely minden modellben igaz.
I	szemantika	C	Egy állítás, amely valamelyik modellben igaz.
F	vonzat reláció	D	Egy lehetséges világ, amely egy állításhoz IGAZ, vagy HAMIS értéket rendel hozzá.
G	helyes bizonyítás	E	Egy következtetési eljárás, amely csakis vonzat állításokat állít elő.
E	teljes bizonyítás	F	Annak a gondolata, hogy egy állítás logikai módon más állításokból következik.
L	hiedelmi állapot	G	Egy következtetési eljárás, amely minden vonzat állítást állít elő.
B	érvényes állítás	H	Egy olyan logika, ahol az új vonzatok megállapítása nincs hatással a korábban megállapított

C	kielégíthető állítás	I	vonzatok érvényességére.
K	literál	J	Minden állítás igazságértékét definiálja minden lehetséges világra nézve.
A	formális bizonyítás	K	Csak ponált/ negált diszjunkciókból álló logikai állítás.
D	modell	L	Egy ponált, vagy negált atomi állítás.
J	klóz	M	Több megkülönböztethetetlen fizikai állapotot összefogó absztrakció.
			Környezetét szenzoraival érzékeli és beavatkozóival manipulálja meghatározott tulajdonságú állapotai felé.

Megoldás: ld. az. első oszlop.

A baloldali oszlopban szereplő fogalmak mellé írja be a jobboldalon lévő, leginkább odaillő definíciónak megfelelő betűt!

D	reflexszerű ágens	A	Több megkülönböztethetetlen fizikai állapotot összefogó absztrakció.
L	heurisztika	B	Valamilyen megoldást garantáltan megtaláló keresés
K	modell	C	Két klóz beválasztásának módszere logikai bizonyítás során.
E	tanulási zaj	D	Szenzorikus információval megcímzi a cselekvéseket tartalmazó táblázatot.
M	felfedezési probléma	E	Inkonzisztens (azonos leíráshoz eltérő besorolást) megadó példahalmaz.
B	teljes keresés	F	Annak a gondolata, hogy egy állítás logikai módon más állításokból következik.
A	hiedelmi állapot	G	Annak az eldöntése, hogy egy logikai állítás igaz, vagy hamis.
J	igazságtábla	H	Legfeljebb egy ponált literált tartalmazó diszjunkció.
G	kielégíthetőségi vizsgálat	I	Egyszintenciális kvantor eliminálásának lépése.
C	rezolúciós stratégia	J	Egy állításhoz tartozó összes modell felsorolása.
I	skolemizálás	K	Egy lehetséges világ, amely egy állításhoz IGAZ, vagy HAMIS értéket rendel hozzá.
F	vonzat	L	Numerikusan kifejezhető irányító tudás keresési algoritmusok területén.
H	Horn-klóz	M	Egy olyan feladat, ahol ágensnek cselekvéseivel döntési információt kell feladatvégzés közben megkeresni.

Megoldás: ld. az első oszlop.

A baloldali oszlopban szereplő fogalmak mellé írja be a jobboldalon lévő, leginkább odaillő definíciónak megfelelő betűt!

M	hibrid ágens	A	Egy olyan függvény, amely tetszőleges argumentumokhoz logikai értékeket rendel hozzá.
H	elfogadható heurisztika	B	Algoritmus hatékonyságát biztosító irányító tudás keresési algoritmusok területén.
A	predikátum	C	Egy olyan feladat, ahol ágensnek cselekvéseivel döntési információt kell feladatvégzés közben megkeresni.
J	tanulási zaj	D	Horn-klózik esetén teljes bizonyítási lépés.

C	felfedezési probléma	E	Egyszintenciális kvantor eliminálásának lépése.
G	teljes logika	F	Annak a gondolata, hogy egy állítás logikai módon más állításokból következik.
I	rezolúció	G	Egy olyan logika, amelyben létezik teljes bizonyítási algoritmus.
L	eldönthető logika	H	Algoritmus optimalitását biztosító irányító tudás keresési algoritmusok területén.
K	kielégíthető állítás	I	A predikátum logika univerzális teljes bizonyítási lépése.
B	domináns heurisztika	J	Inkonzisztens (azonos leíráshoz eltérő besorolást) megadó példahalmaz.
E	skolemizálás	K	Egy olyan logikai állítás, amelynek létezik legalább egy modellje.
F	vonzat	L	Egy olyan logika, amelyben létezik egy állítás logikai értékét meghatározó algoritmus.
D	Modus Ponens	M	Több ágens architektúra ötvözése sebesség és rugalmasság érdekében.

Megoldás: ld. az első oszlop.

A baloldali oszlopban szereplő fogalmak mellé írja be a jobboldalon lévő, leginkább odaillő definíciónak megfelelő betűt!

M	hasznosság orientált ágens	A	Predikátumbeli változó egyfajta lekötése.
E	relaxált probléma	B	Cselekvés közbeni információ a cselekvés sikerességét illetően.
A	kvantor	C	Algoritmus hatékonyságát befolyásoló, irányító információ.
J	tanulási elfogultság	D	A hozzávetőleges elfogadható hipotézis tanulásához szükséges példaszám.
K	hamis pozitív	E	Megoldása sokszor jó elfogadható heurisztika.
L	monoton logika	F	Olyan feladat, ahol az ágens kénytelen hiedelmi állapotaira hagyatkozni.
I	rezolúció	G	Formálisan helyes állításátalakító lépések sorozata.
B	megerősítés	H	Az egyik legalapvetőbb (már Arisztotelész által ismert) bizonyítási lépés.
F	többállapotú probléma	I	A teljes logika univerzális teljes bizonyítási lépése.
C	heurisztika	J	Egy feltételezés, ami a példákkal konzisztens módon egyszerűsíti a tanult hipotézis kifejezését.
D	minta komplexitása	K	Egy probléma fennállásának hibás eldöntése.
G	bizonyítás	L	Egy olyan logika, amelyben a vonzat nem avul el.
H	Modus Ponens	M	Egy olyan ágens, amely a cselekvéseit az állapotok jósága alapján választja meg.

Megoldás: ld. az első oszlop.

+++++++ Könnyű rövid kérdések logikáról +++++++

Magyarázza meg, hogy egy vonzat reláció fennállását, vagy hiányát két logikai állítás között hogyan lehet eldönteni modellellenőrzéssel?

Megoldás:

A feladatban szereplő ítéletváltozók segítségével képezzük a két állításhoz tartozó modellhalmazokat (egy állítás modellje egy olyan világ, ahol az

ítéleváltozók logikaérték-hozzárendeléséből következik, hogy az állítás igaz) és megvizsgáljuk a halmazelméleti beletartozási viszonyukat. Ha az egyik modell halmaz részhalmaza a másikéknak, akkor a másik állítás vonzata az előbbinek.

MI alkalmazása szempontjából milyen következményei vannak annak, hogy a tudás modellezésére alkalmazott logika monoton, vagy sem?

Megoldás:

Ha a logika monoton, akkor sem a bizonyításokat nem kell tárolni (tárkomplexitás), sem később a már belátott tényeket újra és újra bizonyítani (időkomplexitás), viszont ha a problémakör annyira dinamikus, hogy ezt nem lehet figyelmen kívül hagyni, a monoton módon fennmaradó tények igazságértéke a világbeli tényeket már nem fogja követni és a tudásbázis inkonzisztenssé és használhatatlanná válik.

Magyarázza meg, hogy az ítélekalkulusban alkalmazott Modus Ponens bizonyítási lépést hogyan kell kiterjeszteni, hogy a predikátum kalkulusban is használható legyen (alak és a benne alkalmazott számítási lépések)!

Megoldás:

Az implikációs állítás univerzálisan kvantált állítássá alakul át. A szimpla premissza predikátumában szereplő logikai konstans argumentumot az általános állítás változójával kell egyesíteni (unifikálni) és az egyesítés eredményét mindenhol máshol, ahol az eredeti változó szerepelt, behelyettesíteni.

$$\frac{A \rightarrow B}{B} \quad \frac{p(A) \quad \forall x, p(x) \rightarrow q(x)}{q(A)}$$

A sokféle formális bizonyítási (átalakítási) lépésnek kitüntetett szerepe van az (a) "és eliminálása", (b) "és bevezetése", (c) "skolemizálás", (d) "Modus Ponens" és (e) "rezolúció" lépéseknek? Magyarázza meg, miért?

Megoldás:

- (a) "és eliminálása", (b) "és bevezetése" - az egész tudásbázis egyformán egyetlen egy, vagy külön-külön állításként kezelhető.
- (c) "skolemizálás" - az egzisztenciális kvantor logikai eliminálása, amitől a másik kvantor szimbóluma is fölöslegessé válik.
- (d) "Modus Ponens" - Horn-klózik tudásbázisában teljes és lineáris komplexitású.
- (e) "rezolúció" - általános állítások tudásbázisában teljes (de exponenciális komplexitású).

+++++++ Komolyabb logika feladatok +++++++

Rezolúciós bizonyítással döntse el, hogy predikátum kalkulusban igaz-e Arisztotelész alábbi szillogizmusa?

CELARENT:

$$\begin{array}{l} \forall x. B(x) \rightarrow \neg A(x) \\ \forall x. C(x) \rightarrow B(x) \\ \hline \forall x. C(x) \rightarrow \neg A(x) \end{array}$$

Megoldás:

Legyen az állításszámozás (1) (2)-ből (3). Akkor a klózok:

(C1) nem B(x1) vagy nem A(x1)

(C2) nem C(x2) vagy B(x2)

(C3a) C(Skolem)

(C3b) A(Skolem)

és (C1)+(C3b), (C2)+(C3a), és még egy lépés és üres rezolvens.

Rezolúciós bizonyítással döntse el, hogy predikátum kalkulusban igaz-e Arisztotelész alábbi szillogizmusa?

CAMESTRES:

$$\forall x. B(x) \rightarrow A(x)$$

$$\forall x. C(x) \rightarrow \neg A(x)$$

$$\forall x. C(x) \rightarrow \neg B(x)$$

Megoldás:

Legyen az állításszámozás (1) (2)-ből (3). Akkor a klózok:

(C1) nem B(x1) vagy A(x1)

(C2) nem C(x2) vagy nem A(x2)

(C3a) C(Skolem)

(C3b) B(Skolem)

és (C1)+(C3b), (C2)+(C3a), és még egy lépés és üres rezolvens.

Rezolúciós bizonyítással döntse el, hogy predikátum kalkulusban igaz-e Arisztotelész alábbi szillogizmusa?

FERISON: $\forall x. C(x) \rightarrow \neg A(x)$

$$\exists x. C(x) \wedge B(x)$$

$$\exists x. B(x) \wedge \neg A(x)$$

Megoldás:

Legyen az állításszámozás (1) (2)-ből (3). Akkor a klózok:

(C1) nem C(x1) vagy nem A(x1)

(C2a) C(Skolem)

(C2b) B(Skolem)

(C3) nem B(x2) vagy A(x2)

és (C1)+(C2a), (C3)+(C2b), és még egy lépés és üres rezolvens.

Rezolúciós bizonyítással döntse el, hogy predikátum kalkulusban igaz-e Arisztotelész alábbi szillogizmusa?

DATISI:

$$\forall x. C(x) \rightarrow A(x)$$

$$\exists x. C(x) \wedge B(x)$$

$$\exists x. B(x) \wedge A(x)$$

Megoldás:

Legyen az állításszámozás (1) (2).ből (3). Akkor a klózok:

(C1) nem $C(x_1)$ vagy $A(x_1)$

(C2a) $C(\text{Skolem})$

(C2b) $B(\text{Skolem})$

(C3) nem $B(x_2)$ vagy nem $A(x_2)$

és (C1)+(C2a), (C3)+(C2b), és még egy lépés és üres rezolvens.

Vonzata-e a TB = {minden $x. G(x) \rightarrow R(x)$, $G(a)$ } tudásbázisnak a {létezik $z. R(z)$ } állítás?

Megoldás:

Elemi rezolúciós lépés.

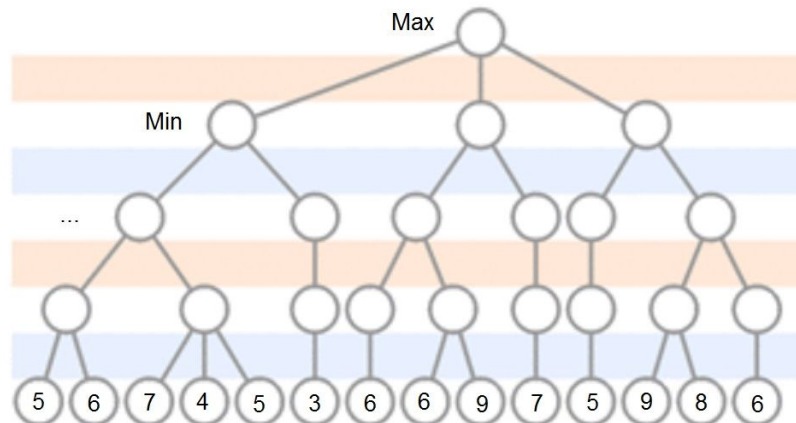
Érvényes vagy csak kielégítő a: nem $(P \rightarrow (Q \rightarrow P))$ állítás?

Megoldás:

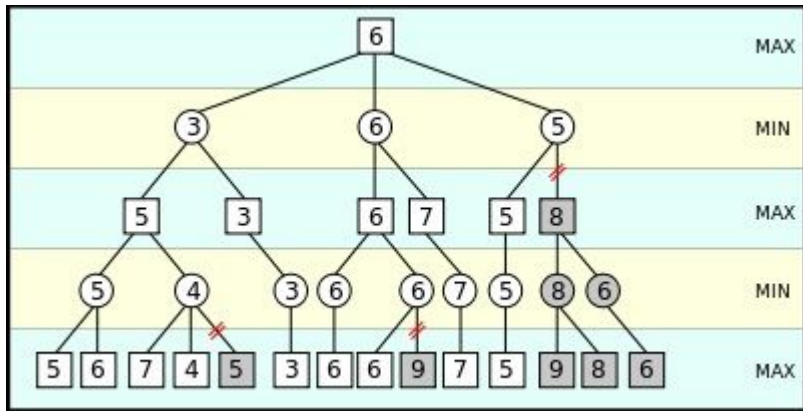
Igazságtábla. Egyik sem. Ellentmondás.

+++++ Alfábéta feladatok +++++

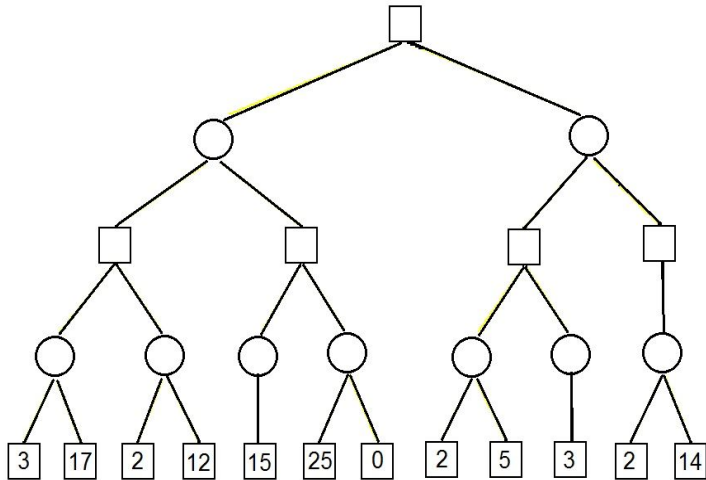
Alkalmazza a MINIMAX algoritmust az ábrán látható játékfára, számolja ki a gyökér minimax értékét és jelölje be a MINIMAX lépéseket! A gyökér a MAX játékos. Feltéve, hogy a csomópontokat balról-jobbra értékeli ki, milyen alfa-béta vágásra van a fában lehetőség?



Megoldás:

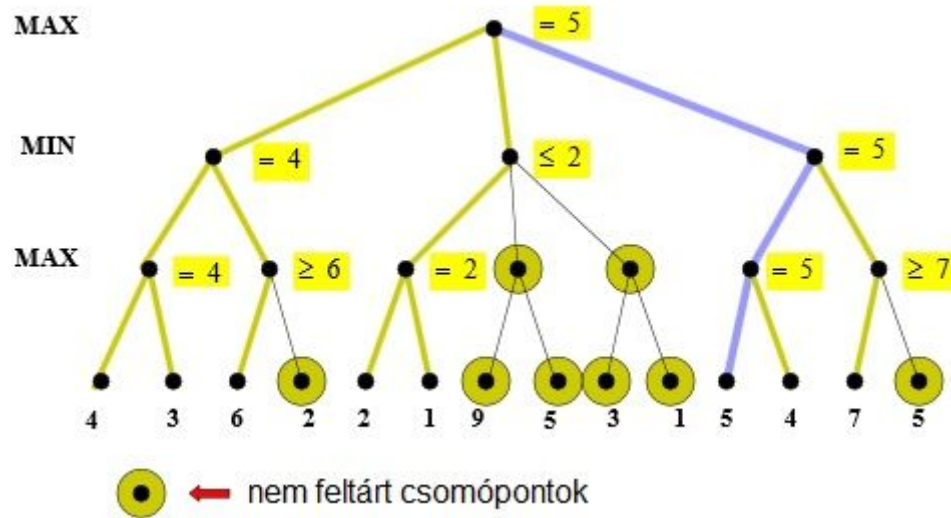


Alkalmazza a MINIMAX algoritmust az ábrán látható játékfára, számolja ki a gyökér minimax értékét és jelölje be a MINIMAX lépéseket! A gyökér a MAX játékos. Feltéve, hogy a csomópontokat balról-jobbra értékeli ki, milyen alfa-béta vágásra van a fában lehetőség?



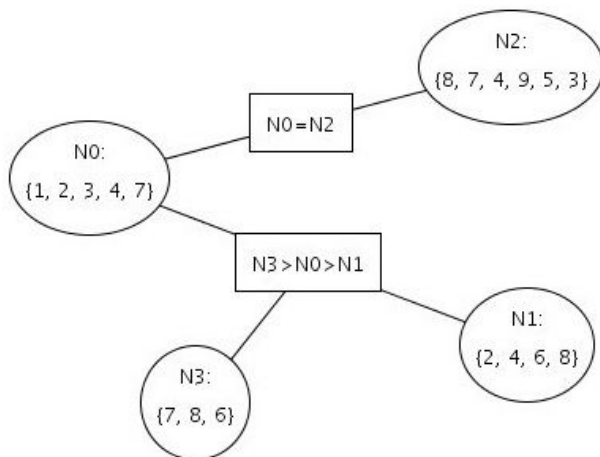
Megoldás:





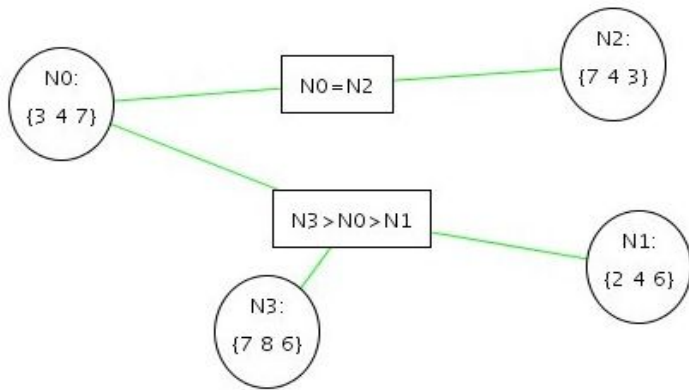
+++++++ Korlátkielégítési feladatok +++++++

Az ábrán látható korlátkielégítési problémában előfeldolgozó lépésként alkalmazza az élkonzisztencia algoritmusát. A megoldást az eredeti gráfon, az illegális értékek kihúzásával jelezze. A megtett műveletekhez fűzzön kommentárt!



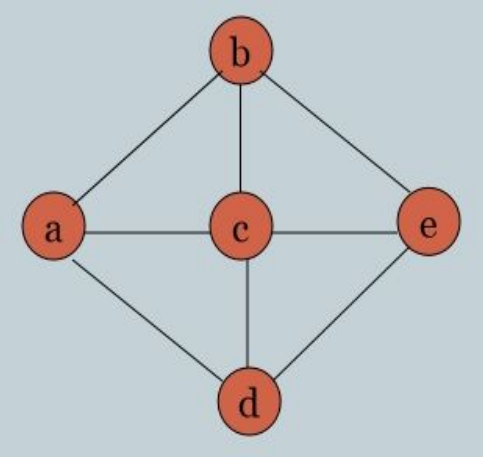
Megoldás:

Az élkonzisztencia def alapján ($X \leftrightarrow Y$ él konzisztens akkor és csak akkor, ha X minden x értékére létezik valamilyen megengedett y érték).



Az ábrán látható korlátkielégítési problémában az a, b, c, d, e mezőknek értéket kell adni, úgy hogy az élszomszédos változóknak ne legyen azonos az értékük. Mindegyik változó értéktartománya [1,2,3,4]. Két további korlát: (1) "a" változó nem vehet fel 3 és 4 értéket, (2) "b" változó nem vehet fel 4 értéket.

A változók értékét a legkevesebb fennmaradó érték heurisztika és az előrenéző ellenőrzés módszert követve kösse le. A megtett lépéseket röviden írásban jellemezze és az értékek alakulását a mellékelt táblázatban (inkonzisztens értékek kihúzásával) illusztrálja.



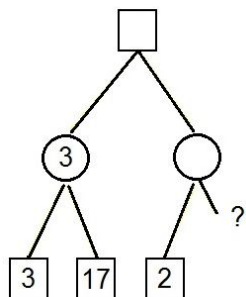
Megoldás:

	a	b	c	d	e
értéktartományok korlátok figyelembe vételével	1 2	1 2 3	1 2 3 4	1 2 3 4	1 2 3 4
a-t kössük le 1-re + előrenézés	1	2 3	2 3 4	2 3 4	1 2 3 4
b-t kössük le 2-re + előrenézés	1	2	3 4	2 3 4	1 3 4
c-t kössük le 3-re + előrenézés	1	2	3	2 4	1 4

d-t kössük le 2-re + előrenézés	1	2	3	2	1 4
e-t kössük le pl. 1-re	1	2	3	2	1

+++++++ Könnyű rövid keresés/ vagy/ alfabéta/ vagy korlát kérdések ++++++

Az ábrán látható játékfa esetén (gyökér a MAX játékos) kifejtjük, vagy lenyessük a "?"-lel megjelölt ágot?



Megoldás:

Lenyessük. Ez az Alfabéta2 megoldás része.

A korlátozáskielégítés módszere nem más, mint egy keresés egy olyan keresési térben, ahol az állapotokat a rájuk érvényes korlátokkal írjuk le. Milyen (keresés mellett milyen) heurisztikákat ismer a hatékonyság növelésére? Adja meg az egyes heurisztikák magyarázatát!

Megoldás:

Visszalépéses keresésnél: legkevesebb fennmaradó érték heurisztika, foksám heurisztika, a legkevésbé korlátozott érték heurisztika, előrenéző ellenőrzés, korlátozás előreterjesztése, élkonzisztencia.

Lokális keresésnél: a min. konfliktus heurisztika.

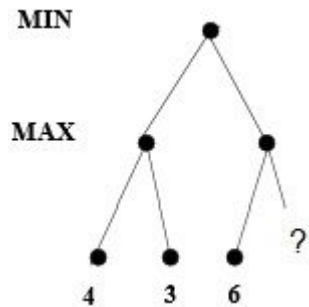
A korlátozáskielégítés módszere nem más, mint egy keresés egy olyan keresési térben, ahol az állapotokat a rájuk érvényes korlátokkal írjuk le. Milyen keresési algoritmusokat vetjük be a probléma megoldására? Mi bennük az egy-egy lépés?

Megoldás:

Visszalépéses mélységi keresés, ahol egy-egy lépés egy új, eddig értéket nem kapott változónak értékadása, ill. visszalépés, ha ez nem lehetséges.

Lokális keresés, ahol egy-egy lépés az eddigi inkonzisztens változó-érték konfiguráció módosítása (értékadások megváltoztatása) kisebb inkonzisztencia reményében.

Az ábrán látható játékfa esetén kifejtjük, vagy lenyessük a "?"-lel megjelölt ágot?



Megoldás:

Lenyessük. Ez egyik előbbi megoldás része.

A keresési algoritmusok tár- és időkomplexitásuk szempontjából milyen tapasztalatra tett szert a nem-informált, ill. a heurisztikus keresési algoritmusok tanulmányozásával?

Megoldás:

A tárkomplexitás lineárisra csökkentéséhez nem kell más, csak algoritmikus trükközés. Viszont heurisztika nélkül az exponenciális időkomplexitás alámenni lehetetlen. Gyakorlatban a heurisztika sokat gyorsít, de még mindig exponenciális komplexitástartományban. Tovább levenni az időkomplexitásból (lineáris, lefixált) csak a teljesség rovására lehetséges.

Milyen problémák (keresési gráfok) esetében alkalmazzuk az alfa-béta nyesést és mi a módszer alapgondolata?

Megoldás:

A zérusösszegű teljes információjú kétszemélyes játékfákban (én lépek - ellenség lép), a minimax keresés felgyorsítására. Az alapgondolat az, hogy ha a maximumra, ill. minimumra törekvő játékosak eddigi döntéseit a kifejtendő ág (akármilyen eredményt is hoz) befolyásolni nem fogja, fölösleges annak kifejtése, meg kell nyesni.

A korlátozáskielégítés módszere nem más, mint egy keresés egy olyan keresési térben, ahol az állapotokat a rájuk érvényes korlátokkal írjuk le. Ha az alkalmazott keresés egy lokális keresés, mi a keresési tér egy-egy állapota és mi az irányító heurisztika?

Megoldás:

Lokális keresésnél egy-egy állapotban minden változónak valamilyen értéket adunk (az ő értéktartományából). Ezzel, természetesen, néhány korlát biztosan sérülni fog (ha már egy korlát sem sérül, akkor ez a sikeres célállapototest). A legális keresési lépések az egyes változókhöz tartozó értékek átdefiniálása (a megengedett értéktartományokon belül). Az így keletkezett új állapotban a sérült korlátok száma lehet kevesebb, azonos, vagy több, mint a kiinduló állapotban. Az alkalmazott heurisztika a minimális konfliktus heurisztika, csökkenő számú sérült korlát felé visz.

Milyen problémát orvosolni szeretnénk a szimulált lehűtési keresési algoritmussal és mi az algoritmus alapvető mechanizmusa?

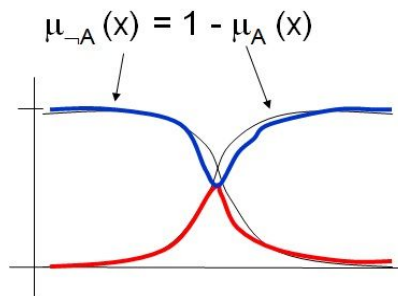
Megoldás:

A hegymászó keresés lokális extrémumban való bennragadását. Az alap ötlet egy idővel csökkenő valószínűséggel engedélyezni a rosszabb irányba (el az extrémumtól) mutató lépéseket. A valószínűség értékét az un. hűtési görbe és a romlás mértéke határozza meg. Idővel a "hőmérséklet" csökken, ami a rossz lépés valószínűségét 0-hoz konvergáltatja.

+++++++ Könnyű rövid fuzzy/ vagy Dempster-Shaffer kérdések ++++++

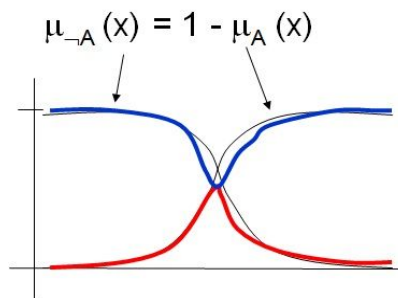
Grafikusan, egy konkrét példa kapcsán, adja meg egy fuzzy halmaz definiálásához szükséges összes fogalmat. Grafikusan illusztrálja két fuzzy halmaz ÉS kapcsolatához tartozó eredő fuzzy halmazt!

Megoldás: A piros kontúr.



Grafikusan, egy konkrét példa kapcsán, adja meg egy fuzzy halmaz definiálásához szükséges összes fogalmat. Grafikusan illusztrálja a fuzzy halmaz negáltjának a számítását!

Megoldás: ld. ábra.



Milyen mennyiségeket használ Demster-Shaffer elmélet egy hipotézis bizonytalanságának kifejezésére?

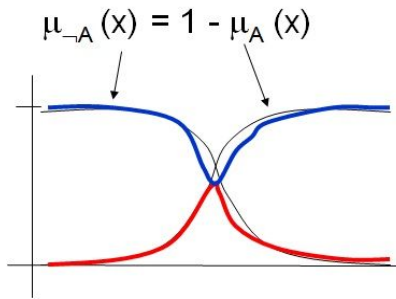
Megoldás:

$0 \leq \text{Bel}(\text{Hipotézis}) \leq \text{Pl}(\text{Hipotézis}) \leq 1$

A $[\text{Bel}(H), \text{Pl}(H)]$ a bizonytalansági intervallum, tökéletes bizonytalanság a $[0, 1]$ intervallum, a tökéletes biztos információ a $[\text{P}(H), \text{P}(H)]$ pont.

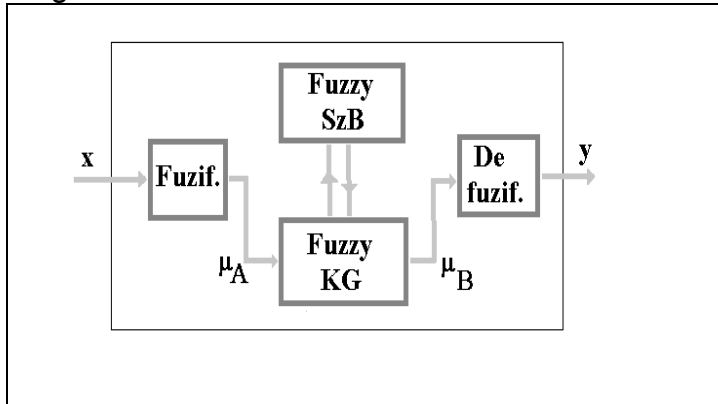
Grafikusan, egy konkrét példa kapcsán, adja meg egy fuzzy halmaz definiálásához szükséges összes fogalmat. Grafikusan illusztrálja két fuzzy halmaz VAGY kapcsolatához tartozó eredő fuzzy halmazt!

Megoldás: A kék kontúr.

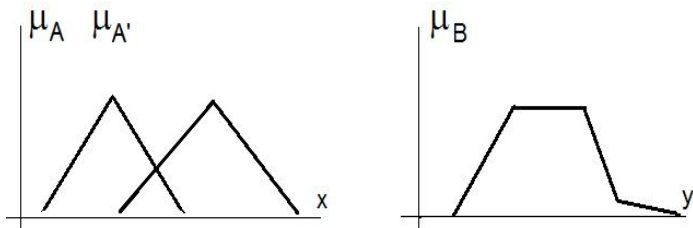


Adja meg a fuzzy következtető rendszer vázlatos felépítését és röviden magyarázza meg az egyes modulok szerepét!

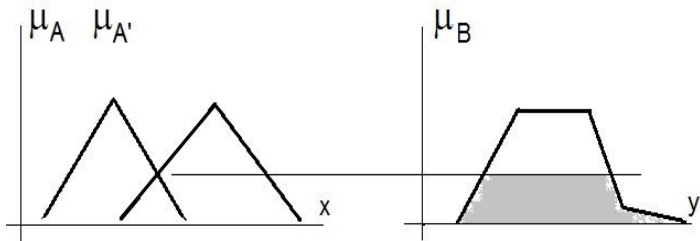
Megoldás:



Adja meg az alábbi ábrán az $((A \rightarrow B) \wedge A') \rightarrow B'$ fuzzy Modus Ponens grafikus interpretációját! Mi az implikáció tagsági függvényének alkalmazott definíciója?

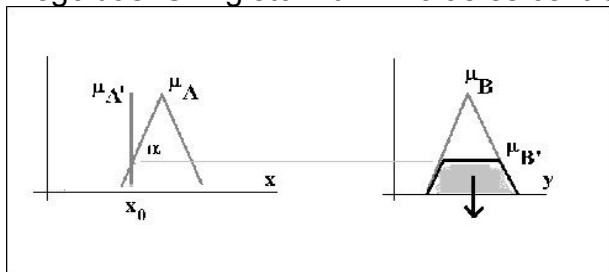


Megoldás: A B' tagsági függvénye a szürke terület. Az implikáció definíciója Mamdani-féle: $I(x,y) = \min(x, y)$



A fuzzy következtető rendszer szokásos megvalósításánál mi az alkalmazott fuzzifikálás és defuzzifikálás procedúrája?

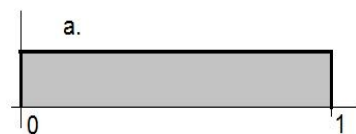
Megoldás: Szingleton fuzzifikálás és centroid defuzzifikálás



Vázlatosan rajzolja fel a Dempster-Sheffer elméletből adódó bizonytalansági intervallumokat, amelyek az alábbi állításoknak felelnek meg:

- (a) semmit sem tudom a H-ról,
- (b) határozottan tudom, hogy H nem a helyes döntés,
- (c) határozottan tudom, hogy H a helyes döntés.

Megoldás:



+++++++ Komolyabb valószínűségi feladatok ++++++

Labortesztekkel döntsük el egy betegség lehetőségét. A teszt 99% pozitív, ha a páciens tényleg beteg, ill. 99% negatív, ha a páciens egészséges. A betegség ritka, $P(\text{Betegség} = \text{igaz}) = .0001$. A páciens labortesztje pozitívnak bizonyult. Milyen valószínűséggel beteg a páciens?

Megoldás:

$$P(P / B) = .99$$

$$P(\text{nem } P / \text{nem } B) = .99$$

$$P(B) = 1/10000$$

$$P(B / P) = P(P / B) P(B) / P(P) = P(P / B) P(B) / (P(P / B) P(B) + P(P / \text{nem } B) P(\text{nem } B)) = \text{kb. } 1/100$$

Labortesztekkel döntsük el egy betegség lehetőségét. A teszt 80% pozitív, ha a páciens tényleg beteg, ill. 80% negatív, ha a páciens egészséges. A betegség viszonylag gyakori, $P(\text{Betegség} = \text{igaz}) = .01$. A páciens labortesztje pozitívnak bizonyult. Milyen valószínűséggel beteg a páciens?

Megoldás:

$$P(P / B) = .8$$

$$P(\text{nem } P / \text{nem } B) = .8$$

$$P(B) = 1/100$$

$$P(B / P) = P(P / B) P(B) / P(P) = P(P / B) P(B) / (P(P / B) P(B) + P(P / \text{nem } B) P(\text{nem } B)) = \text{kb. } 1/25$$

Legyen adva az alábbi együttes eloszlás. Számítsa ki $P(\text{tűz} | \text{füst}) / P(\text{füst} | \text{tűz})$ valószínűségarányt!

	tűz	nincs tűz
füst	.002	.003
nincs füst	.001	.994

Megoldás:

$$P(\text{tűz} / \text{füst}) / P(\text{füst} / \text{tűz}) = P(\text{tűz füst}) \times P(\text{tűz}) / P(\text{tűz füst}) / P(\text{füst}) = P(\text{tűz}) / P(\text{füst}) =$$

$$(P(\text{tűz füst}) + P(\text{tűz nincs füst})) / (P(\text{füst tűz}) + P(\text{füst nincs tűz})) = (.002 + .001) / (.002 + .003) = .6$$

Legyen adva az alábbi együttes eloszlás. Számítsa ki $P(\text{tűz vagy füst})$ valószínűséget!

Megoldás:

$$P(\text{tűz vagy füst}) = P(\text{tűz}) + P(\text{füst}) - P(\text{füst tűz}) = (P(\text{tűz nincs füst}) + P(\text{tűz füst})) + (P(\text{füst tűz}) + P(\text{füst nincs tűz})) - P(\text{füst tűz}) =$$

$$P(\text{tűz nincs füst}) + P(\text{tűz füst}) + P(\text{füst nincs tűz}) = .001 + .003 + .002 = .006$$

Legyen adva az alábbi együttes eloszlás. Számítsa ki $P(\text{lyukas} | \text{fogfájás})$ valószínűséget!

	fogfájás		nem fogfájás	
	lyukas	nem lyukas	lyukas	nem lyukas
fogszuvasodás	.108	.012	.072	.008

nem fogszuvasodás	.016	.064	.144	.576
-------------------	------	------	------	------

Megoldás:

$$P(\text{lyukas} / \text{fogfájás}) = P(\text{lyukas fogfájás}) / P(\text{fogfájás}) = (.108 + .016) / (.108 + .012 + .016 + .064) = .124 / .2 = .62$$

Egy gyógyszergyártó cég új labortesztet fejlesztett ki egy eü. állapot szűrésére. A klinikai vizsgálatok tapasztalata szerint a labor teszt:

(1) betegek esetén a teszt 90%-ban pozitív, 10%-ban negatív (HN),

(2) egészségesek esetén a teszt 80%-ban negatív, 20%-ban pozitív (HP).

Tegyük fel, hogy a betegség a magyarországi lakosság 5%-át sújtja. Ha egy személy labortesztje pozitív, mi a valószínűsége, hogy valóban beteg?

Megoldás:

$$P(P / B) = .9, P(N / B) = .1, P(\text{nem } P / \text{nem } B) = .8, P(P / \text{nem } B) = .2, P(B) = 1 / 20$$

$$P(B / P) = a P(P / B) \times P(B) = a .9 \times .05 = a \times .045$$

$$P(\text{nem } B / P) = a P(P / \text{nem } B) P(\text{nem } B) = a .2 \times .95 = a \times .19$$

$$a = 1 / (.045 + .19) = 4.25,$$

$$P(B / P) = a \times .045 = .19$$

Képzeld el, hogy az Egyesült Államokbeli valahányadik választások előtt a közvélemény kutatása azt tárta fel, hogy:

a szavazók 45%-ka Demokrata parti, 35%-a Republikánus parti, és 20%-ka még hezitál. A Demokrata parti szavazók csak 10%-a az N elnökjelölt mellett van, ugyanazt mondható a Republikánus parti szavazók 60%-ra, ill. a hezitálók 40%-ra.

Lesz-e N elnökjelöltnek többsége ($P(N) \geq .5$)? Ha nincs, és feltételezzük, hogy a deklarált parthovatartozású szavazók a véleményüket nem változtatják, a hezitálók hány %-át kell N-nek ehhez maga mellé állítania? (tegyük fel, hogy a szavazásban való részvétel bármely preferenciától független!)

Megoldás:

$$P(N) = P(N / D) P(D) + P(N / R) P(R) + P(N / H) P(H) = .45 \times .1 + .35 \times .6 + .2 \times .4 = .315, \text{ tehát kevesebb, mint } 50\%.$$

$$P(N) = P(N / D) P(D) + P(N / R) P(R) + P(N / H) P(H) = .45 \times .1 + .35 \times .6 + .2 \times a \geq .5$$

$$a \geq (.5 - .255) / .2 = 1.225$$

azaz az N győzelme esélytelen.

Béla, munkába menet, háromféle közlekedési eszközből válogathat. Mehet munkába gépkocsival, busszal, vagy vonattal.

Ha kocsival megy, a sűrű közlekedés miatt 50%-as az esély, hogy késve érkezik. Ha busszal megy, a buszsáv miatt a késés esélye csak 20%. A vonat majdnem mindig pontos, ám drága, vele a késés esélye csakis 1%.

Tegyük fel, hogy Béla késett egyszer és a kíváncsi főnöke szeretne megállapítani, kérdezősködés nélkül, hogy mi a valószínűsége, hogy Béla kocsival jött. Mivel Béla prioritásairól fogalma sincs, minden közlekedési eszköznek egyforma 1/3 a priori valószínűséget rendel hozzá. Mi a főnök becslése?

Megoldás:

$$P(G) = P(B) = P(V) = 1/3$$

$$P(K / G) = .5, P(K / B) = .2, P(K / V) = .01$$

$$P(G / K) = ? \quad \text{A } G, B, V \text{ együttesen megadják a közlekedési eszköz terének diszjunkt és teljes felbontását}$$

$$P(G / K) = P(K / G) P(G) / P(K)$$

$$p(K) = P(K / G) P(G) + P(K / B) P(B) + P(K / V) P(V) = .5 \times .333 + .2 \times .3333 + .01 \times .3333 = .71 \times .333$$

$$P(G / K) = .5 \times .3333 / (.71 \times .333) = .5 / .71 = .7$$

Béla, munkába menet, háromféle közlekedési eszközből válogathat. Mehet munkába gépkocsival, busszal, vagy vonattal.

Ha kocsival megy, a sűrű közlekedés miatt 50%-as az esély, hogy késve érkezik. Ha busszal megy, a buszsáv miatt a késés esélye csak 20%. A vonat majdnem mindig pontos, ám drága, vele a késés esélye csakis 1%.

Tegyük fel, hogy Béla késett egyszer és egy kíváncsi munkatársa, aki tudja, hogy Béla soha nem jön busszal, általában vonattal, és néha (10%) gépkocsival, megállapítani szeretne, fölösleges kérdezősködés nélkül, hogy mi a valószínűsége, hogy Béla kocsival jött. Mi a becslése?

Megoldás:

$$P(G) = .1, P(B) = 0, P(V) = .9$$

$$P(K / G) = .5, P(K / B) = .2, P(K / V) = .01$$

$P(G / K) = ?$ A G, B, V együttesen megadják a közlekedési eszköz terének diszjunkt és teljes felbontását

$$P(G / K) = P(K / G) P(G) / P(K)$$

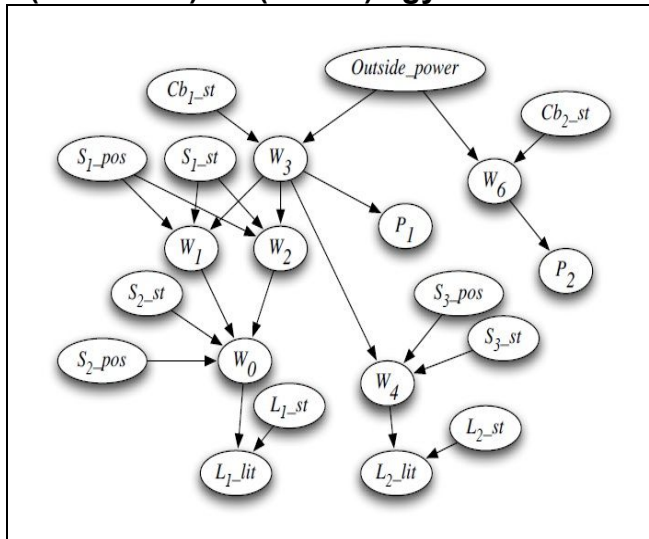
$$p(K) = P(K / G) P(G) + P(K / B) P(B) + P(K / V) P(V) = .5 \times .1 + .2 \times 0 + .01 \times .9 = .059$$

$$P(G / K) = .5 \times .1 / .059 = .05 / .059 = .85$$

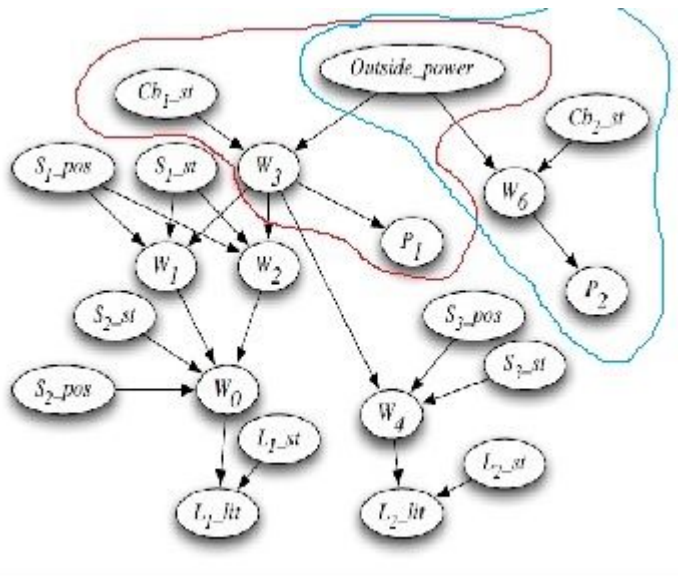
+++++++ Komolyabb valószínűségi hálós feladatok +++++++

Magyarázza meg, hogy a mellékelt valószínűségi hálóban hogyan lehet kiszámítani a $P(W3 \mid P1, Cb1_st)$ valószínűséget! Ne feledkezzen meg az irányított elválasztásról (d-elválasztás) vagy a változóeliminálás lehetőségéről (a nem ismert következmények irrelevánsak)!

Karikázza be, a megmaradó releváns részhálót! (Minden változó bináris, a valószínűségek felírásában alkalmazzuk a $P(X = \text{Igaz}) = P(X)$, ill. $P(X = \text{hamis}) = P(\text{nem } X)$ egyszerűsített felírást)



Megoldás:



Eliminálás után a hálóból csak a piros rész marad, amiből változó kiátlagolással (OP) kapható a $P(\dots / \dots) = P(\dots) / P(\dots)$ stb. módon a kérdéses valószínűség.

$$P(W3 \mid P1, Cb1_st) =$$

$$a \times \sum_{op} P(W3 \mid P1, Cb1_st, op) = a \times \sum_{op} P(P1 \mid W3) P(W3 \mid Cb1, op) P(Cb1) P(op) = a \times P(P1 \mid W3) P(Cb1) \sum_{op} P(W3 \mid Cb1, op) P(op) = a \times X1$$

$$P(nemW3 \mid P1, Cb1_st) =$$

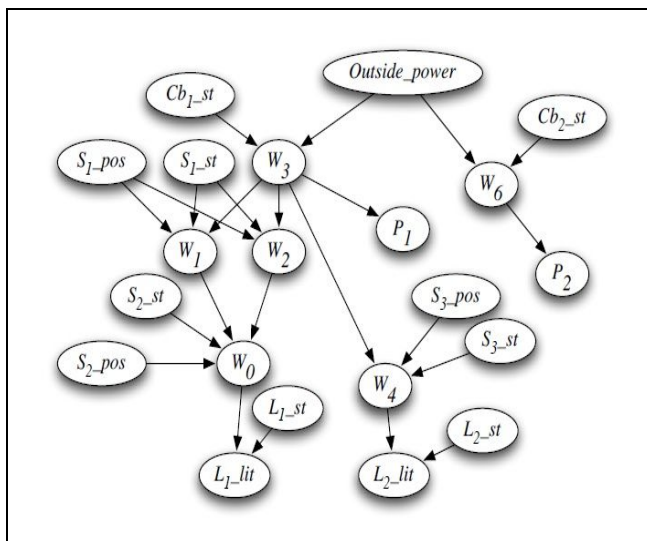
$$a \times \sum_{op} P(nemW3 \mid P1, Cb1_st, op) = a \times \sum_{op} P(P1 \mid nemW3) P(nemW3 \mid Cb1, op) P(Cb1) P(op) =$$

$$a \times P(P1 \mid nemW3) P(Cb1) \sum_{op} (1 - P(W3 \mid Cb1, op)) P(op) = a \times X2$$

$$a \times (X1 + X2) = 1, \quad a = 1 / (X1 + X2), \text{ és}$$

$$P(W3 \mid P1, Cb1_st) = X1 / (X1 + X2)$$

Magyarázza meg, hogy a mellékelt valószínűségi hálóban hogyan lehet kiszámítani a $P(W6 \mid P2, Cb2_st)$ valószínűséget! Ne feledkezzen meg az irányított elválasztásról (d-elválasztás) vagy a változóeliminálás lehetőségéről (a nem ismert következmények irrelevánsak)! Karikázza be, a megmaradó releváns részhálót! (Minden változó bináris, a valószínűségek felírásában alkalmazzuk a $P(X = \text{Igaz}) = P(X)$, ill. $P(X = \text{hamis}) = P(\text{nem } X)$ egyszerűsített felírást)



Megoldás:

Eliminálás után a hálóból csak a kék rész marad (ld. előbb), amiből változó kiátlagolással (OP) kapható a $P(\dots / \dots) = P(\dots) / P(\dots)$ stb. módon a kérdéses valószínűség.

$$P(W_6 \mid P_2, Cb2_st) =$$

$$a \times \sum_{op} P(W_6 \mid P_2, Cb2_st, op) = a \times \sum_{op} P(P_2 \mid W_6) P(W_6 \mid Cb2, op) P(Cb2) P(op) = a \times P(P_2 \mid W_6) P(Cb2) \sum_{op} P(W_6 \mid Cb2, op) P(op) = a \times X1$$

$$P(\text{nem}W_6 \mid P_2, Cb2_st) =$$

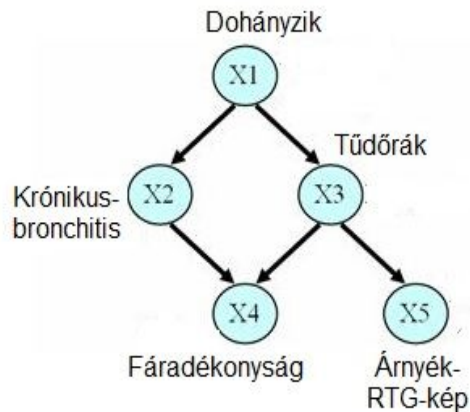
$$a \times \sum_{op} P(\text{nem}W_6 \mid P_2, Cb2_st, op) = a \times \sum_{op} P(P_2 \mid \text{nem}W_6) P(\text{nem}W_6 \mid Cb2, op) P(Cb2) P(op) =$$

$$a \times P(P_2 \mid \text{nem}W_6) P(Cb2) \sum_{op} (1 - P(W_6 \mid Cb2, op)) P(op) = a \times X2$$

$$a \times (X1 + X2) = 1, \quad a = 1 / (X1 + X2), \text{ és}$$

$$P(W_6 \mid P_2, Cb2_st) = X1 / (X1 + X2)$$

Egészítse ki az ábrán látható hálót a feltételes valószínűségek probléma jellegének megfelelő numerikus értékeivel (a laikus, de a legjobb tudása szerint) és állapítsa meg a $P(\text{Tüdőrák} \mid \text{Árnyék-RTG-kép})$ valószínűségét! Mennyire más lesz ennek a megítélése, ha tudjuk, hogy a páciens Dohányzik, azaz $Dohányzik = \text{igaz}$ evidencia ismert? (Minden változó bináris, a valószínűségek felírásában alkalmazzuk a $P(X = \text{igaz}) = P(X)$, ill. $P(X = \text{hamis}) = P(\text{nem } X)$ egyszerűsített felírást)

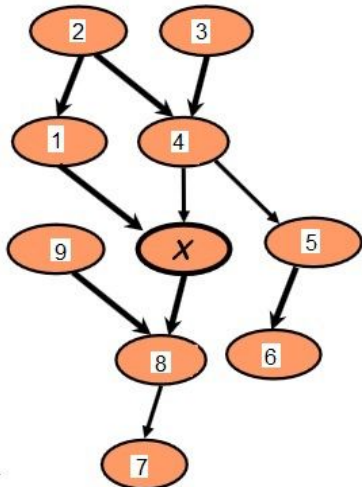


Megoldás:

Változóeliminálás után a hálóban csak X1, X3, X5 csomópontok maradnak. X5 az evidencia, X3 a kérdés, X1 egy szabad változó, amit ki kell átlagolni. $P(T / \bar{A}) = P(X3 / X5) = P(X3 X5) / P(X5) = (P(X3 X5 X1) + P(X3 X5 \text{ nem}X1) / (P(X5 X3 X1) + P(X5 \text{ nem} X3 X1) + P(X5 X3 \text{ nem} X1) + P(X5 \text{ nem}X3 \text{ nem}X1)) = (P(X5 / X3)P(X3 / X1)P(X1) + P(X5 / X3)P(X3 / \text{nem}X1) P(\text{nem}X1)) / (P(X5 / X3)P(X3 / X1)P(X1) + P(X5 / X3)P(X3 / \text{nem}X1) P(\text{nem}X1) + P(X5 / \text{nem}X3)P(\text{nem}X3 / X1) P(X1) + P(X5 / \text{nem}X3)P(\text{nem}X3 / \text{nem}X1) P(\text{nem}X1))$.

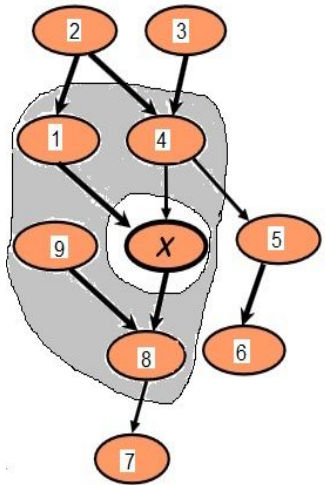
Ha a páciens Dohányzik, akkor X3-nak adott a szülője (a redukált háló csak X1 és X3) és így $P(X3 / X1) = \dots$ a táblázatból.

Markov-takaró definíciója alapján sorolja fel, mely változóktól feltételesen független az X? A Markov-takarót karikázza be!

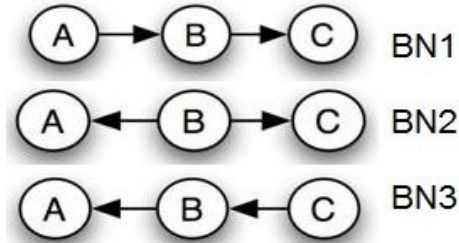


Megoldás:

Markov-takaró a 1, 4, 8, 9. Az 1 és 4 a szülők, A 8 a gyerek, a 9 a gyerek másik szülője.



Mindhárom háló esetében adja meg a $P(ABC)$ valószínűséget a hálóban definiált valószínűségekkel! (Minden változó bináris, a valószínűségek felírásában alkalmaztuk a $P(X = \text{Igaz}) = P(X)$, ill. $P(X = \text{hamis}) = P(\text{nem } X)$ egyszerűsített felírást)



Megoldás:

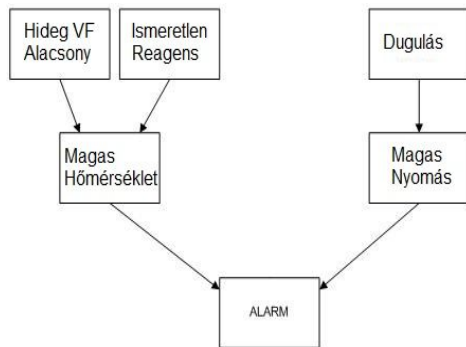
$$(1) P(ABC) = P(C / B) P(B / A) P(A)$$

$$(2) P(ABC) = P(A / B) P(C / B) P(B)$$

$$(3) P(ABC) = P(A / B) P(B / C) P(C)$$

Egy gyári egység riasztóját kétféleképpen lehet aktiválni. A riasztás megszólal, ha a reaktor hőmérséklete túlzottan magas, vagy ha a tároló tartály nyomása túl magas. A reaktor hőmérséklete túl magasra emelkedhet, ha a hűtő víz folyama alacsony (a hűtő víz folyama 1%-as eséllyel alacsony), vagy valamilyen ismeretlen reakció miatt (a reakció megjelenése 5%-kal esélyes). A tároló nyomása túl magasra emelkedhet, ha a vízvezetékben dugulás van (a dugulásnak 2%-as az esélye). Ha a hűtő víz folyama alacsony és ismeretlen reakció is fellép, akkor 99%-as valószínűséggel a hőmérséklet magas lesz. Ha a hűtő víz folyama névleges és semmiféle ismeretlen reakció nem lép fel, magas hőmérsékletnek csak 3%-as a valószínűsége. Dugulás esetében a magas nyomás mindig lép fel. Ha dugulás nincs, a magas nyomás esélye csak 2%. Építse meg a problémát ábrázoló valószínűségi hálót és töltsen fel annak FVT-ait. Jelezze milyen szükséges valószínűségek a példában nincsenek megadva.

Megoldás:



$P(HVFA) = .01$, $P(IR) = .05$, $P(D) = .02$

$P(MH / HVFA, IR) = .99$

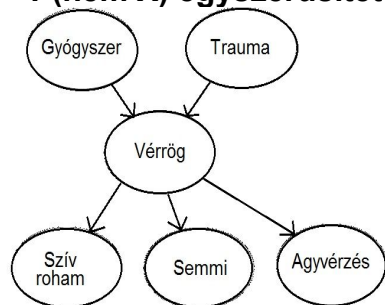
$P(MH, \text{nem HVFA}, \text{nem IR}) = .03$

$P(MNy / D) = 1$

$P(MNy / \text{nem D}) = .02$

kell még: $P(MH / H \text{ VFA}, \text{nem IR})$, $P(MH / \text{nem HVFA}, IR)$, és a teljes $P(A / \dots\dots\dots)$ tábla.

Egyes gyógyszerek, ill. trauma vezethetnek vérrögök képzéséhez. Egy vérrög okozhat szívrohamot, agyvérzést, de feloldódhat minden következmény nélkül. Mi annak a valószínűsége, hogy egy páciensnél, gyógyszerek és trauma hatására kialakul egy vérrög, de nem lesz ennek káros következménye ($P(Se, Gy, T, V)$)? Építse fel a feladatnak megfelelő valószínűségi hálót az alábbi valószínűségeket felhasználva, karikázza be a hálónak a válasz megadása szempontjából releváns részét (magyarázattal!) és adja meg a kérdéses valószínűség numerikus értékét! (Minden változó bináris, a valószínűségek felírásában alkalmazzuk a $P(X = \text{lgaz}) = P(X)$, ill. $P(X = \text{hamis}) = P(\text{nem } X)$ egyszerűsített felírást)

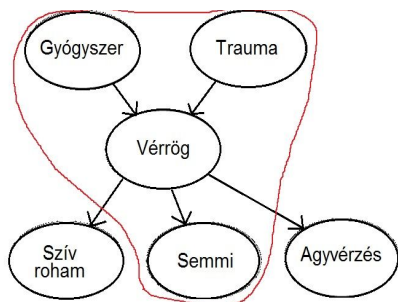


$P(Gy) = .2$, $P(T) = .05$

$P(V | Gy, T) = .95$, $P(V | \text{nem Gy}, T) = .6$, $P(V | Gy, \text{nem T}) = .3$, $P(V | \text{nem Gy}, \text{nem T}) = .9$

$P(SR | V) = .4$, $P(SR | \text{nem V}) = .15$, $P(Se | V) = .25$, $P(Se | \text{nem V}) = .75$, $P(A | V) = .35$, $P(A | \text{nem V}) = .1$

Megoldás:

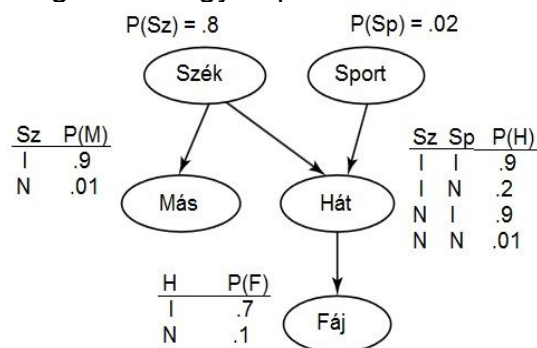


Az "SR" és az "A" változók nem ősei sem a kérdéses, sem az evidencia változóknak, irrelevánsak. A maradó hálóban:

$$P(\text{Se}, V, Gy, T) = P(\text{Se} | V) P(V | Gy, T) P(Gy) P(T) = (0.25) (0.95) (0.2) (0.05) = 0.2375$$

Egy embernek hátsérülése lehet ("Hát" változó), aminek oka lehet a sportolás ("Sport" változó), de egy kényelmetlen új szék is a munkahelyén ("Szék" változó). A sérülés hátfájást okozhat ("Fáj" változó). 'A kényelmetlen új székre más dolgozók is panaszkodhatnak ("Más" változó). Rajzolja fel a feladathat tartozó valószínűségi hálót és értelemszerűen töltse ki annak a FVT tábláit (sportolás nagyobb eséllyel okozhat sérülés, mint a szék). Mi annak a valószínűsége, hogy ha más dolgozók is panaszkodnak, a hátfájás oka mégis a sportolás és nem a szék?

Megoldás: Legyen pl.



$$P(F / \text{Sp}, M, \text{nem Sz}) = P(F, \text{Sp}, M, \text{nem Sz}) / P(\text{Sp}, M, \text{nem Sz}) =$$

$$\sum_h P(F / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) P(M / \text{nem Sz}) P(\text{nem Sz}) P(\text{Sp}) / \sum_{hf} P(f / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) P(M / \text{nem Sz}) P(\text{nem Sz}) P(\text{Sp}) =$$

$$P(M / \text{nem Sz}) P(\text{nem Sz}) P(\text{Sp}) \sum_h P(F / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) / P(M / \text{nem Sz}) P(\text{nem Sz}) P(\text{Sp}) \sum_{hf} P(f / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) =$$

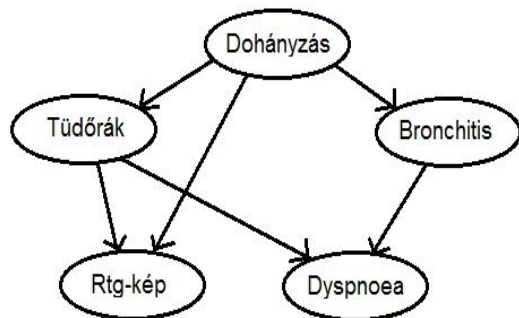
$$\sum_h P(F / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) / \sum_{hf} P(f / h) P(h / \text{nem Sz}, \text{Sp}) =$$

$$P(F / H) P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp}) + P(F / \text{nem H}) (1 - P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp})) /$$

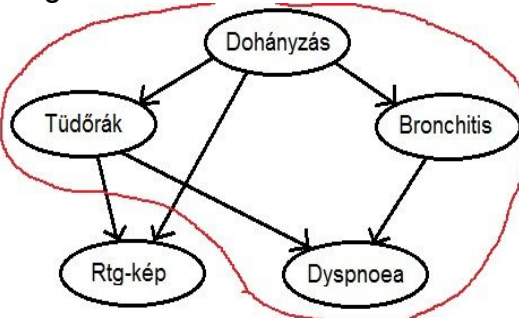
$$P(F / H) P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp}) + P(F / \text{nem H}) (1 - P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp})) + (1 - P(F / H)) P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp}) + (1 - P(F / \text{nem H})) (1 - P(H / \text{nem Sz}, \text{Sp})) =$$

$$((.7) (.9) + (.1) (.1)) / ((.7) (.9) + (.1) (.1)) + (.3) (.9) + (.9) (.1)) = .64$$

Az alábbi valószínűségi hálóban milyen valószínűséggel diagnosztizálható a tüdőrák egy olyan dohányzó páciensnél, akinél jelentkezik légszomj (dyspnoea)? Értelemszerűen, laikus, de a legjobb tudása szerint töltse ki a háló FVT tábláit, karikázza be a hálónak a válasz megadása szempontjából releváns részét (magyarázattal!) és adja meg a kérdéses valószínűség numerikus értékét!



Megoldás:



Legyen pl.: $P(Do) = .5$, $P(T / Do) = .6$, $P(T / \text{nem } Do) = .1$

$P(B / Do) = .7$, $P(B / \text{nem } Do) = .4$

$P(Dy / T, B) = .9$, $P(Dy / \text{nem } T, B) = .2$, $P(Dy / T, \text{nem } B) = .3$, $P(Dy / \text{nem } T, \text{nem } B) = .05$

$P(T / Do, Dy) = P(T, Do, Dy) / P(Do, Dy) =$

$\sum_b P(T, Do, Dy, b) / \sum_{bt} P(Do, D, b, t) =$

$\sum_b P(Dy / T, b) P(T / Do) P(b / Do) P(Do) / \sum_{bt} P(Dy / t, b) P(t / Do) P(b / Do) P(Do) =$

$\sum_b P(Dy / T, b) P(T / Do) P(b / Do) / \sum_{bt} P(Dy / t, b) P(t / Do) P(b / Do) =$

$P(T / Do) \sum_b P(Dy / T, b) P(b / Do) / \sum_{bt} P(Dy / t, b) P(t / Do) P(b / Do) =$

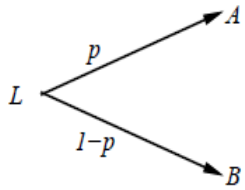
$(.6) ((.9) (.7) + (.3) (.3)) / ((.6) (.9) (.7) + (.6) (.3) (.3) + (.4) (.2) (.7) + (.4) (.05) (.3)) = .432 / .494 = .874$

+++++++ Könnyű rövid hasznosság/ vagy döntéselmélet/ vagy temporális következtetés kérdések+++++++

Mi a racionális döntésnél alkalmazott szerencsejáték absztrakció?

Megoldás:

Szerencsejáték: $L = [p, A; (1-p), B]$



Temporális valószínűségi hálónál mi jelent az elsőrendű Markovi-feltétel?

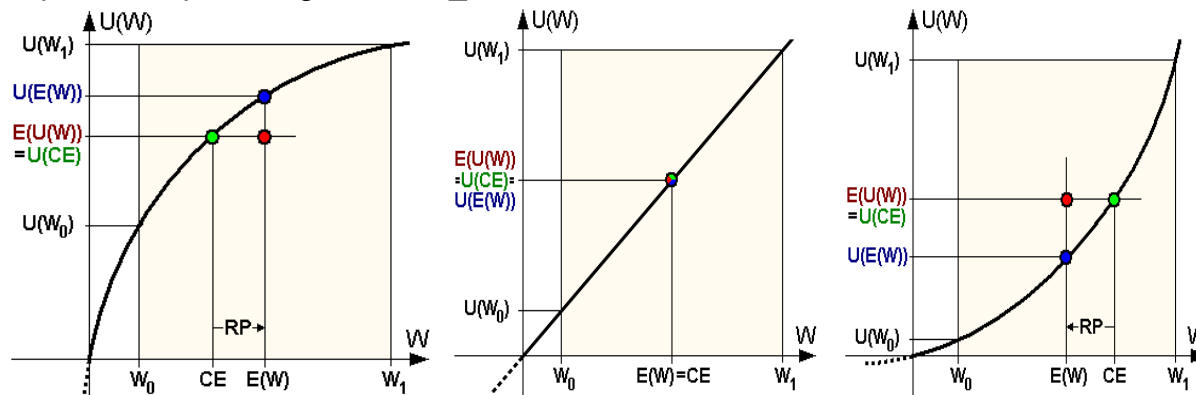
Megoldás:

A jelen időszelot csak a közvetlen múlttól függ (belső állapotok FVT táblái), ill. a megfigyelés csak a pillanatnyi állapot függvénye.

Milyen görbe jellemző a pénz hasznosságára és hogyan kell interpretálni az egyes szakaszait?

Megoldás:

http://en.wikipedia.org/wiki/Risk_aversion



Nagyobb pozitív összegeknél a görbe konkáv, a determinisztikus ekvivalens kisebb, mint a szerencsejáték várható pénzübeli értéke, az ágens kockázatkerülő.

Ha a görbe konvex, a determinisztikus ekvivalens nagyobb, mint a szerencsejáték várható pénzübeli értéke, az ágens kockázatkereső. Ez jellemző embereknél a negatív összegekre (vesztességekre).

Ha a görbe lineáris, a determinisztikus ekvivalens azonos a sorsjáték várható pénzübeli értékével, az ágens kockázatsemleges. Ez jellemző embereknél a kis, origó közeli összegekre.

Magyarázza meg mit jelent, hogy racionális preferenciák tranzitívek? Az magyarázatát példákkal és definíciókkal illusztrálja!

Megoldás:

$(A > B)$ és $(B > C)$ következik $(A > C)$, stb.

Milyen egy döntési háló? Adja meg az egyes elemek tartalmát és szerepét és röviden magyarázza meg, hogy egy döntési hálót hogyan kell használni!

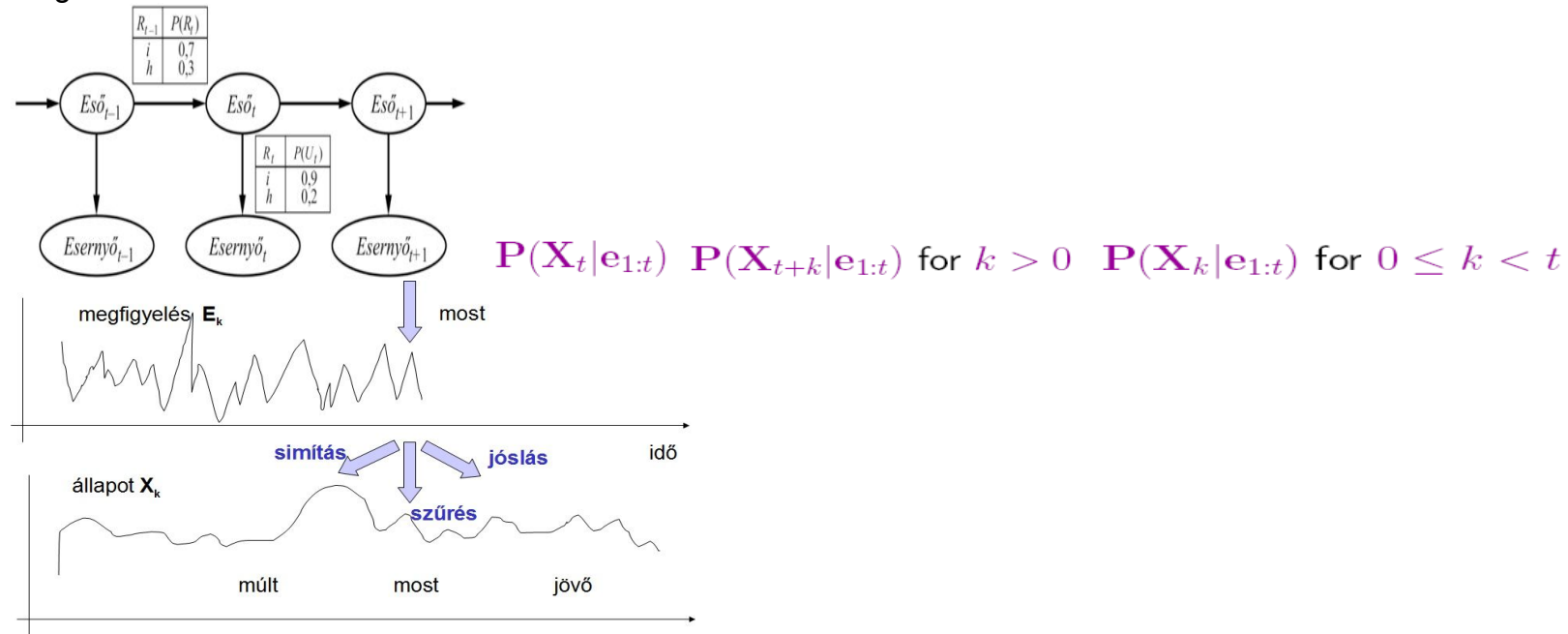
Megoldás:

véletlen, döntési, hasznossági csomópontok.

Következtetés: (1) evidencia változók állítása, (2) a döntési csomópont minden egyes értékére: (2a) állítsuk be a döntési csomópontot erre az értékre, (2b) számítsuk ki az a posteriori valószínűségeket a hasznosság-csomópont szülei (szabványos valószínűségi következtetés), (2c) számítsuk ki a cselekvés hasznosságát, (3) a legnagyobb hasznosságértékű cselekvés megválasztása.

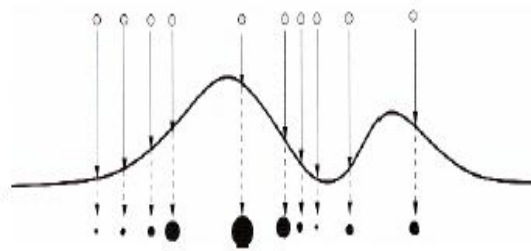
Egy elemi dinamikus valószínűségi háló alapján magyarázza meg milyen feladat a szűrés, a jóslás és a simítás!

Megoldás:



Vázolja röviden a részecskeszűrés gondolatát! Miért fontos ez a módszer?

Megoldás:



$$P_N(x_{0:t} | z_{1:t}) = \sum_{i=1}^N w_t^i \delta(x_{0:t} - x_{0:t}^i)$$

Mert tetszőleges alakú (több módusú) eloszlás közelítésére és követésére is alkalmas.

A közelítés hibáját kritériumnak használva rakja sorba (a leginkább pontatlantól a legpontosabbig) a dinamikus hálókbán megismert három alapvető állapotbecslési módszert! A sorrendhez fűzzön magyarázatot!

Megoldás:

jóslás --- szűrés --- simítás

A sorrendért a becsléshez használt evidencia mennyisége felelős (a legkevesebb --- ... ---- a legtöbb)

Milyen elemek definiálnak egy Markov döntési folyamatot, mi a leszámított jutalom és mi az optimális eljárás mód?

Megoldás:

Kezdőállapot: S_0

Állapotátmenet-modell: $T(s, a, s')$

Jutalomfüggvény: $R(s)$, v. $R(s, a, s')$

Optimális eljárás mód = optimális mozgás, döntés cselekvés megválasztására

$$U_h([s_0, s_1, s_2, \dots]) = R(s_0) + \gamma R(s_1) + \gamma^2 R(s_2) + \dots$$
$$U_h([s_0, s_1, s_2, \dots]) = \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t R(s_t) \leq \sum_{t=0}^{\infty} \gamma^t R_{\max} = R_{\max} / (1 - \gamma)$$

+++++Könnyű rövid tanulás kérdések+++++

Milyen összefüggés áll fenn a hibás döntés (FP, FN) és a logikai hipotézist formáló műveletek között?

Megoldás:

FP-re szűkíteni kell a logikai lefedést (diszjunkciók leépítése, konjunkciók bővítése), FN-re kiszélesíteni (általánosítani, diszjunkciók bővítése, konjunkciók leépítése).

A VKH tanulásnál mi a szükséges minta(példaszám)komplexitás informális meghatározása? Formálisan a mintakomplexitás mitől függ?

Megoldás:

Annyi példa, hogy a velük konzisztens hipotézis csak kis valószínűséggel lehet helytelen, ill. hogy egy helytelen hipotézis ennyi példán már nagy valószínűséggel megbukna.

Formálisan függ a helyes hipotézis hibavalószínűségétől, a helytelen hipotézis "álcázó" valószínűségétől és a hipotézis tér méretétől.

Döntési fa tanulásánál a lehető legjobb választást jelentő attribútum maradéka, vagy nyeresége 0? Milyen hatásnak felel ez az attribútumhoz érkező példahalmaz szempontjából?

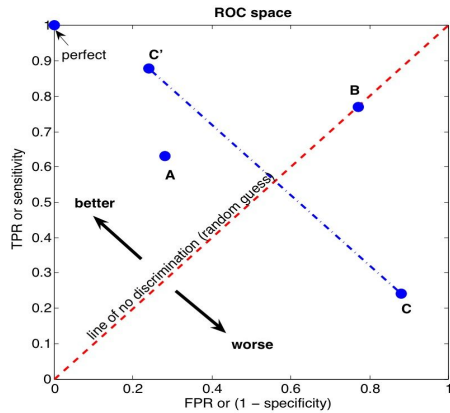
Megoldás:

A maradéka 0, így a nyeresége maximális. Ilyen attribútum a példákat a besorolásuknak megfelelő tiszta részhalmazokba rendezi és a fa ezen a ponton közvetlenül lezárható Igen/Nem levelekkel.

Mik a ROC diagramot definiáló mennyiségek? Hol helyezkedik ezen a diagramon egy jól megtanult osztályozó?

Megoldás:

$TPR = TP/(TP+FN)$, $FPR = FP/(FP+TN)$



Milyen lehet a tanuló ágens kritikus komponense által szolgáltatott visszacsatolás és mi ennek a következménye?

Megoldás:

A visszacsatolás azt mutatja meg az ágensnek, hogy mi a helyes eredmény

- felügyelt tanulás, egy komponensnek mind a bemenetét, mind a kimenetét észlelni tudjuk
- megerősítéses tanulás, az ágens az általa végrehajtott tevékenység csak bizonyos értékelését kapja meg = megerősítés
- felügyelet nélküli tanulás, semmilyen utalás sem áll rendelkezésünkre a helyes kimenetről (az észlelések közötti összefüggések tanulása).

Milyen általános sémát követ a példákban történő (induktív) tanulás? Milyen alapvető kompromisszumot kell itt megkötni?

Megoldás:

Függvénytárolás példák alapján.

Kompromisszum a kifejezőképesség (itt a helye az elfogultságnak) és a hatékonyság (tanulás hatékonysága) között.

Mi a tanulási elfogultság és milyen hatással van az elfogultság a tanulás menetére?

Megoldás:

A példákban való megfelelésen túl (= konzisztens hipotézis) előnyben részesítjük az egyik vagy a másik hipotézist.

Kompromisszum a kifejezőképesség (itt a helye az elfogultságnak) és a hatékonyság (tanulás hatékonysága) között.

Hány hipotézist tartalmaz az N db argumentumon értelmezett általános logikai (ítéletkalkulusbeli) függvény tanulásánál a hipotézistér?

Mi ebben az esetben a VKH tanuláselméletnek az üzenete? Mi a helyzet a hipotézistérrel, ha $N = 10$ és az alkalmazott elfogultság az, hogy a hipotézisek formálásánál csakis a konjunkciót és a negációt szabad alkalmazni?

Megoldás:

$2^{(2^N)}$

$m \geq (\dots + 2^N)/\epsilon$, magyarul a mintakomplexitása exponenciális, nem tanulható meg.

$N = 10$, x_1 , x_2 , ..., x_{10} , azaz a hipotézisek: hamis

x1
 nemx1
 ...
 x1 x2
 x1 nemx2
 ...
 x1 x2 x3 ... x10
 x1 x2 x3 ... nem x10
 ...
 nem x1 nem x2 ... nem x10

összesen $3^N + 1 = 1028$.

Mi a döntési lista? Hasonlítsa össze a felépítését és a tanulási tulajdonságait a döntési fával!

Megoldás:

A döntési lista tesztek egy sorozata: tesztek mindegyike literálok konjunkciója.

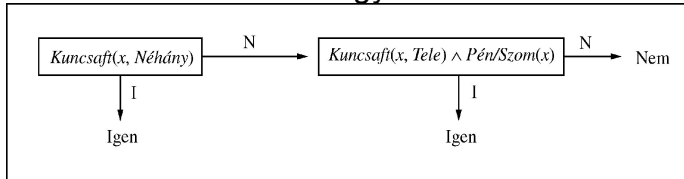
Ha egy tesztet sikeresen végrehajtunk egy példa leírásán, akkor a döntési lista specifikálja az eredmény értékét.

Ha a teszt sikertelen, akkor a feldolgozás a lista következő tesztjével folytatódik.

A döntési lista a döntési fára emlékeztet, de globális struktúrája egyszerűbb, míg az egyes tesztek bonyolultabbak.

Egy k -DL nyelv VKH-tanulásához szükséges példák száma N polinomja.

Döntési listák tanulása egy mohó heurisztikus algoritmus (az eredmény nem optimális, de gyorsan megtanulható).



+++++++ Komolyabb döntési fa, hipotézis tanulás, PAC feladatok ill. kérdések ++++++

Legyen adva az alábbi példahalmaz, hogy elektronikus leveleket eddig hogyan olvastunk el. Derítsük ki döntési fa építésével az eddigi döntéseink mögött húzódó logikai függvényt!

Példa	Szerző ismert	Téma új	Hosszú	Munkában	Elolvassa
1	Igen	Igen	Igen	Nem	Nem
2	Nem	Igen	Nem	Igen	Igen
3	Nem	Nem	Igen	Igen	Nem
4	Igen	Nem	Igen	Nem	Nem

5	Igen	Igen	Nem	Nem	Igen
6	Igen	Nem	Igen	Igen	Nem

Megoldás:

A példahalmaz entrópiája $I_{fa} = I(1/3, 2/3) = .9184$

Az egyes attribútumok nyersesége:

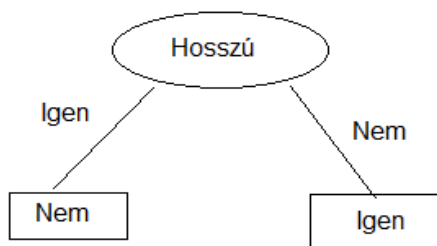
Szerző ismert: $I_{fa} - (1/3 I(1/2, 1/2) + 2/3 I(1/4, 3/4)) = .0442$

Téma új: $I_{fa} - (1/2 I(1/3, 2/3) + 1/2 I(0, 1)) = .4542$

Hosszú: $I_{fa} - (1/3 I(0, 1) + 2/3 I(0, 1)) = .9184$

Munkában: $I_{fa} - (1/2 I(1/3, 2/3) + 1/2 I(1/3, 2/3)) = 0$.

A győztes a "Hosszú" attribútum, aminek maradéka 0 és így a hibákat hibátlanul osztályozza.



Magyarázza meg, mi a tanulási zaj és azt is magyarázza meg, melyik megismert tanulási algoritmusnál problémát jelent, és melyiknél nem?

Megoldás:

A zaj az azonos leírású, de eltérő besorolású példák. Ott jelenthetnek problémát, ahol a tanuló algoritmus a példák egzakt logikai leírását tanulja. Ilyen pl. a Legjobb Pillanatnyi Hipotézis, vagy a Verziótér tanulás. Ott, ahol a tanulás közelítő logikai összefüggést (döntési fa, döntési lista), vagy analitikus leírást (osztályozó felület, valószínűségi értékek, hasznossági felület, stb.) számítja ki, a zaj hatása (ha a zajos példa nem sok) nem számottevő, de mindenképpen a tanulást nem lehetetleníti.

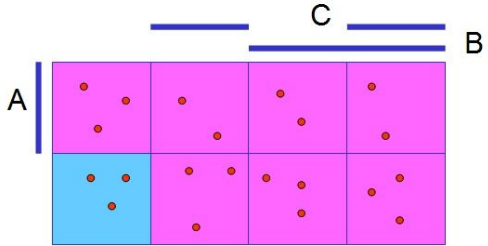
Miben alapvetően különbözik a példák kezelésében a legjobb pillanatnyi hipotézis és a verzió teres tanulás?

Megoldás:

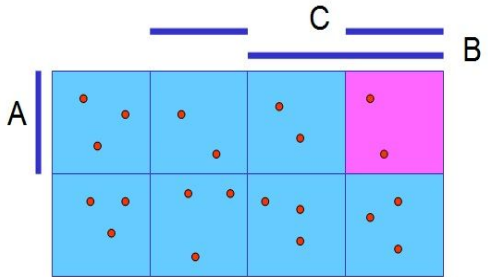
A LPH sorra veszi példákat az első pozitív példától kezdve (ami egyben a kiinduló hipotézis is). Minden új példa a TP/TN/FP/FN hibáknak megfelelően módosítja az LPH-t, amit ezek után az eddigi példákra sorra meg kell tesztelni. Ha a módosítás nem jó, más strukturális változással kell próbálkozni. A hipotézis tanulása így a visszalépéses mélységi keresés a hipotézisek terében.

Verzió terekben az eddigi összes példával konzisztens hipotézisek a két verzió tér közé be vannak szorítva. A soron vizsgált példák a felső és az alsó verzió terek egymás felé terelnek, de a köztük lévő hipotézistér-rész az eddigi példákkal, minden további teszt nélkül garantáltan konzisztens. Visszalépés és keresés nincs.

Egy logikai hipotézis ($A \vee B \vee C$) lefedése látszik az alábbi ábrán. Adja meg ennek a hipotézisnek bármely minimális (tehát lehetőleg legkevésbé beszűkítő) specializálását!



Egy logikai hipotézis ($A \wedge B \wedge C$) lefedése látszik az alábbi ábrán. Adja meg ennek a hipotézisnek bármely minimális (tehát lehetőleg legkevesebbé általánosító) általánosítását!



Megoldás:

Jelen esetben a minimális beavatkozás egyetlen egy kockának a hozzáadása, vagy elvétele, és ilyen jellegű képletmódosítást kell produkálni.

Egy ágens példából az ÉrdekesWeblap(x) tulajdonság definícióját tanulja döntési fa módszerével. Alábbi 8 példát kap. Döntse el információelméleti mennyiségeket mérlegelve, hogy a döntési fa építését melyik attribútumtesztzel kellene kezdeni.

Sz.	Témába Vág	Sok Reklám	Sok Script	Sok Link	Sok Text	Frissített	Érdekes Lap
X1	N	N	N	I	N	N	I
X2	I	I	N	N	N	I	N
X3	I	N	I	I	I	N	I
X4	I	N	N	N	I	I	I
X5	N	N	I	N	N	I	I
X6	I	I	I	N	I	N	N
X7	I	I	N	I	N	I	I
X8	N	N	N	N	N	N	N

Megoldás:

Vegye figyelembe, hogy: $I(2/5, 3/5) = .9710$, $I(1/3, 2/3) = .9183$, $I(3/8, 5/8) = .9544$, $I(1/5, 4/5) = .7219$, $I(1/4, 3/4) = .8113$

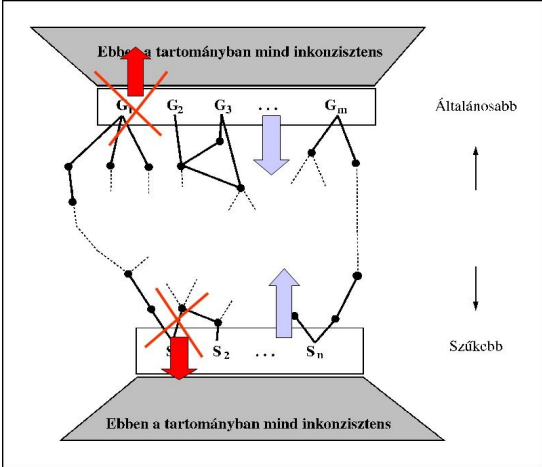
Az egész példahalmaz (azaz a döntési fa) információ tartalma: $I_{fa} = I(3/8, 5/8)$

Az egyes attribútumok nyersesége: lfa – attribútumteszt utáni részfák súlyozott információtartalma (képlet = jegyzet), azaz:

$Ny(T\acute{e}m\acute{a}b\acute{a}V\acute{a}g) = I_{fa} - 3/8 \times I(1/3, 2/3) - 5/8 \times I(2/5, 3/5) = .9544 - 3/8 \times .9183 - 5/8 \times .9710 = .0032$
 $Ny(SokRekl\acute{a}m) = I_{fa} - 5/8 \times I(1/5, 4/5) - 3/8 \times I(1/3, 2/3) = .9544 - 5/8 \times .7219 - 3/8 \times .9183 = .1589$
 $Ny(SokScript) = I_{fa} - 5/8 \times I(2/5, 3/5) - 3/8 \times I(1/3, 2/3) = .9544 - 5/8 \times .9710 - 3/8 \times .9183 = .0032$
 $Ny(SokLink) = I_{fa} - 5/8 \times I(2/5, 3/5) - 3/8 \times I(0, 1) = .9544 - 5/8 \times .9710 = .3475$
 $Ny(SokText) = I_{fa} - 5/8 \times I(2/5, 3/5) - 3/8 \times I(1/3, 2/3) = .9544 - 5/8 \times .9710 - 3/8 \times .9183 = .0032$
 $Ny(Friss\acute{i}t\acute{e}s) = I_{fa} - 4/8 \times I(1/2, 1/2) - 4/8 \times I(1/4, 3/4) = .9544 - .5 - 4/8 \times .8113 = .0488$
 A **SokLink** az első javasolt teszt a nyereségek alapján.

Magyarázza meg, hogy a verzióteres tanulásnál egy-egy új példa milyen hatással van a verziótér elemeire (amiből az is látszik, hogy fölöslegessé vált a hipotézismódosításánál a régebbi példák újbóli ellenőrzése)!

Megoldás:



Bármelyik $S_i \in S$ vagy $G_i \in G$ esetén, ha az új példa:
 S_i -re FP: túl általános, de mivel nincs konzisztens szűkítése S_i -nek (!), így S_i -t eltávolítjuk az S halmazból.
 S_i -re FN: túl szűk, így S_i -t az összes közvetlen általánosításával helyettesítjük.
 G_i -re FP: túl általános, az összes közvetlen szűkítésével helyettesítjük.
 G_i -re FN: túl szűk, de mivel nincs konzisztens általánosítása (!), így G_i -t eltávolítjuk a G -halmazból.

Egy ágens példákból a Csésze(x) definícióját tanulja döntési fa módszerével. Alábbi 10 példát kap. Döntse el információelméleti mennyiségeket mérlegelve, hogy a döntési fa építését melyik attribútumteszttel kellene kezdeni.

Pl.	Lapos Alja	Felfelé Nyitott	Drága	Törékeny	Fogás Tetején	Csésze
1	V	V	V	V	-	V
2	V	V	-	V	-	V
3	V	V	V	-	-	V
4	V	V	-	-	-	V
5	V	V	-	V	V	-

6	V	-	-	V	-	-
7	V	V	V	-	V	-
8	-	V	-	V	-	-
9	-	-	V	-	-	-
10	V	-	-	V	-	-

Megoldás:

$$Fa \text{ Inf} = I(2/5, 3/5) = -2/5 \lg 2/5 - 3/5 \lg 3/5 = .9710$$

				részfa súlya	részfa értéke		
Lapos Alja	V	p=4	n=4	S=4/5	I=1	Átl = .8	Nyer = .171
	-	p=0	n=2	S=1/5	I=0		

Felfelé Nyitott

	V	p=4	n=3	S=7/10	I=I(4/7, 3/7)	Átl = 0.6897	<u>Nyer = .2813</u>
	-	p=0	n=3	S=3/10	I=0		

Drága	V	p=2	n=2	S=2/5	I=1	Átl = 0.9510	Nyer = .02
	-	p=2	n=4	S=3/5	I=I(1/3, 2/3)		

Törékeny	V	p=2	n=4	S=3/5	I= I(1/3, 2/3)	Átl = 0.9510	Nyer = .02
	-	p=2	n=2	S=2/5	I=1		

FogásTetején

	V	p=0	n=2	S=1/5	I=0	Átl =.8	Nyer = .171
	-	p=4	n=4	S=4/5	I=1		

Egy döntési fa tanulásánál a tanító példahalmaz 5 példából áll. A példaattribútumok "a", "b", és "c", a "d" a besorolás oszlopa. Információ mérlegelése alapján döntse el, hogy a fát hogyan építené meg.

	a	b	c	d
x1	I	I	N	N
x2	N	I	N	I
x3	N	I	I	I
x4	N	N	I	N
x5	I	N	N	N

Megoldás:

a	I	p/n	0/2
	N	p/n	2/1

b	I	p/n	2/1
	N	p/n	0/2
c	I	p/n	1/1
	N	p/n	1/2

$$I_f = I(2/5, 3/5) = -2/5 \lg_2(2/5) - 3/5 \lg_2(3/5) = 0.971$$

$$N_y(a) = I_f - (2/5 I(0,1) + 3/5 I(2/3, 1/3))$$

$$N_y(b) = I_f - (3/5 I(2/3, 1/3) + 2/5 I(0, 1))$$

$$N_y(c) = I_f - (2/5 I(1/2, 1/2) + 3/5 I(1/3, 2/3))$$

$$I(2/3, 1/3) = -2/3 \lg_2(2/3) - 1/3 \lg_2(1/3) = 0.9183$$

$$N_y(a) = 0.971 - 3/5 \times 0.9183 = .42$$

$$N_y(b) = 0.971 - 3/5 \times 0.9183 = .42$$

$$N_y(c) = 0.971 - 2/5 - 3/5 \times 0.9183 = .02$$

Legyen a gyökér "a".

$$a = I \quad +(-) \quad -(x1 \ x5)$$

NEM levél

$$a = N \quad +(x2 \ x3) \quad -(x4)$$

itt tovább kell építeni

A redukált példahalmaz:

	b	c	d
x2	I	N	I
x3	I	I	I
x4	N	I	N

b	I	p/n	2/0
	N	p/n	0/1
c	I	p/n	1/1
	N	p/n	1/0

$$I_{f2} = I(2/3, 1/3) = 0.9183$$

$$N_y(b) = I_{f2} - (2/3 I(1,0) + 1/3 I(0, 1))$$

$$N_y(c) = I_{f2} - (2/3 I(1/2, 1/2) + 1/3 I(0, 1))$$

$$N_y(b) = 0.9183$$

$$N_y(c) = 0.9183 - 2/3$$

A következő teszt a "b"

b = I +(x2 x3) -(-) IGEN levél

b = N +(-) -(x4) NEM levél

és itt a vége.

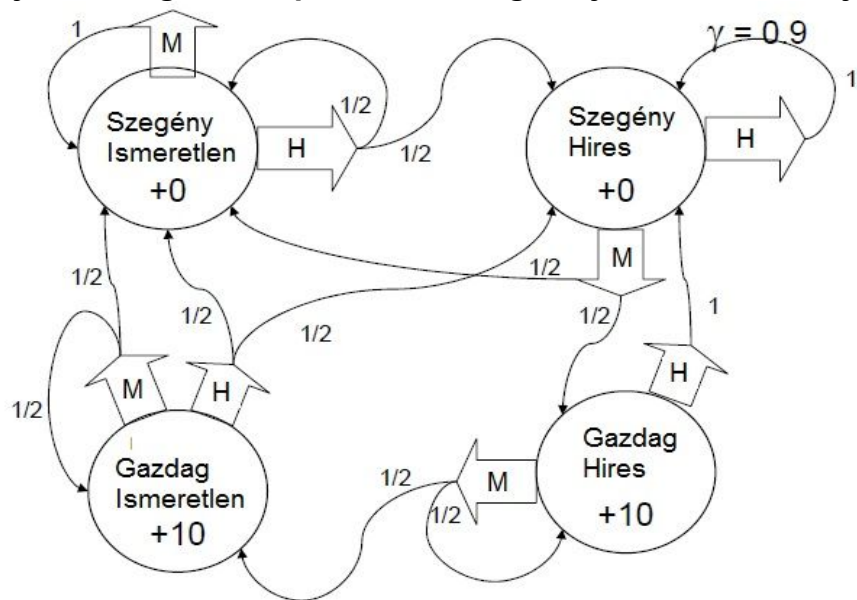
+++++++ Komolyabb megerősítéses tan. /vagy neurális hálók feladatok ill. kérdések ++++++

Szerkesszen manuálisan (és grafikusan) egy olyan perceptront, ami az $f(I1, I2) = (\text{nem } I1) \text{ ÉS } (\text{nem } I2)$ logikai függvény ábrázolására alkalmas!

Megoldás:

Olyan, mint a VAGY (eltolást tekintve), de $W = -1$ súlyokkal.

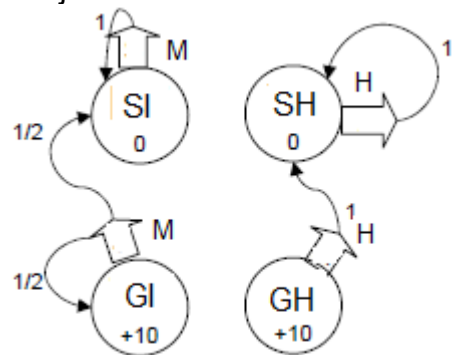
Az ábrán látható Markovi rendszerben egy cégtulajdonos ágens által követett eljárasmód a táblázatban látható (M - megtakarít, H - hirdet). Írja fel az ágens állapothasznosságaira jellemző, ezen eljárasmód melletti Bellman-egyenletrendszert! (a γ értéke az ábrán látható)



Állapot →	Cselekvés
SI	M
SH	H
GI	M
GH	H

Megoldás:

Az eljárásmódhoz nem tartozó cselekvéseket kihagyva:



$$U^{\pi}(s) = R(s) + \gamma \sum_i T(s, \pi(s), s') U^{\pi}(s')$$

$$U(SI) = 0 + .9 \times 1 \times U(SI)$$

$$\text{-- } U(SI) = 0$$

$$U(SH) = 0 + .9 \times 1 \times U(SH)$$

$$\text{-- } U(SH) = 0$$

$$U(GI) = 10 + .9 \times (.5 \times U(GI) + .5 \times U(SI))$$

$$\text{-- } U(GI) = \text{kb. } 20$$

$$U(GH) = 10 + .9 \times 1 \times U(SH)$$

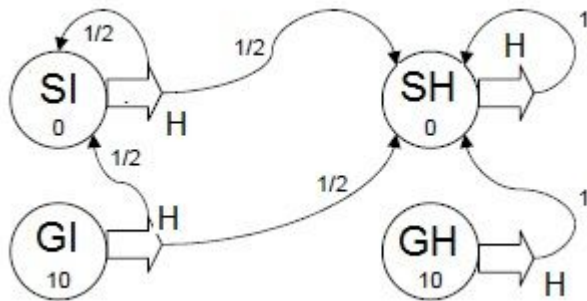
$$\text{-- } U(GH) = 10$$

Ua., mint előbb, de az alábbi eljárásmóddal.

Állapot →	Cselekvés
SI	H
SH	H
GI	H
GH	H

Megoldás:

mint előbb, de



$$\begin{aligned}
 U(SI) &= 0 + .9 \times (1/2 \times U(SI) + 1/2 \times U(SH)) & -- U(SI) &= 0 \\
 U(SH) &= 0 + .9 \times 1 \times U(SH) & -- U(SH) &= 0 \\
 U(GI) &= 10 + .9 \times (.5 \times U(SI) + .5 \times U(SH)) & -- U(GI) &= 10 \\
 U(GH) &= 10 + .9 \times 1 \times U(SH) & -- U(GH) &= 10
 \end{aligned}$$

Az ábrán látható megnevezésekre hivatkozva magyarázza meg a sztochasztikus mintavétel módszerét, pl. a P(Földrengés | Betörés) kiszámításához!



Megoldás:

Legyenek a változók rövidített nevei az első betűk.

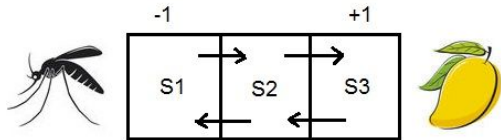
- Sorsoljuk a háló gyökereit azok a priori eloszlásából. Jelen esetben egy gyökér van: M, $P(M)$ valószínűséggel. Legyen a kisorsolt érték pl. $M = \text{Igaz}$.
- Ez meghatározza a J változó FVT táblájában a szülői feltételt, azaz a J-t $P(J \mid M)$ valószínűséggel sorsoljuk. Legyen pl. a kisorsolt érték $J = \text{Igaz}$.
- A kisorsolt M és J értékek meghatározzák az F változó számára a szülői feltételt, avagy az F-t a $P(F \mid M, J)$ valószínűséggel sorsoljuk. Legyen az értéke, mondjuk, $F = \text{Hamis}$.
- A kisorsolt F és M értékek meghatározzák az B változó számára a szülői feltételt, avagy a B-t a $P(B \mid F, M)$ valószínűséggel sorsoljuk. Legyen az értéke, mondjuk, $B = \text{Hamis}$.

e. A kisorsolt M, J, F, és B értékek meghatározzák az R változó számára a szülői feltételt, avagy az R-t a $P(R \in \{F, B\} | M, J)$ valószínűséggel sorsoljuk. Legyen az értéke, mondjuk, $R = \text{Hamis}$.

f. Ezek után a számított valószínűség relatív frekvenciájában szereplő N/M mennyiségekből vagy csak az M-et, vagy mindkettőt inkrementáljuk, attól függően, hogy a soron lévő szimuláció a kedvező, vagy sem eseményt takart és az eljárást folytatjuk.

Írja fel az állapothasznosság ismeretlen környezetben aktív megerősítéses tanulására vonatkozó Bellman egyensúlyi egyenleteket, általánosságban és az alábbi ábrán feltüntetett rendszerre. Egy-egy állapotból kifelé mutató nyilak egyenletes valószínűségi eloszlást takarnak.

A Bellman egyenletrendszer megoldásával adja meg az S1, S2, és S3 állapotok hasznosságát, $\gamma = 1$ ill. $\gamma = .5$ értékek mellett.



Megoldás:

$$U(s) = R(s) + \gamma \max_a \sum_{s'} T(s, a, s') U(s')$$

$$U1 = -1 + \gamma \max (1 \times U2) = -1 + \gamma U2$$

$$U2 = 0 + \gamma \max (1/2 \times U1, 1/2 \times U3)$$

$$U3 = 1 + \gamma \max (1 \times U2) = 1 + \gamma U2$$

$$\max (1/2 \times U1, 1/2 \times U3) = \max (-1/2 + \gamma U2/2, 1/2 + \gamma U2/2) = 1/2 + \gamma U2/2$$

$$U1 = -1 + \gamma U2$$

$$U2 = \gamma (1/2 + \gamma U2/2)$$

$$U3 = 1 + \gamma U2$$

$$U2 = \gamma / 2 / (1 - \gamma^2 / 2) = \gamma / (2 - \gamma^2)$$

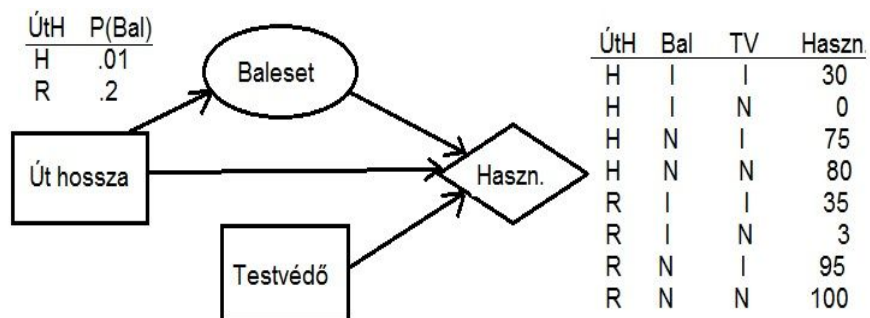
$$U1 = -1 + \gamma^2 / (2 - \gamma^2) = -2 \times (1 - \gamma^2) / (2 - \gamma^2)$$

$$U3 = 2 / (2 - \gamma^2)$$

$$\gamma = 1 \text{ mellett: } U1 = 0, U2 = 1, U3 = 2$$

$$\gamma = .5 \text{ mellett: } U1 = -6/7, U2 = 2/7, U3 = 8/7.$$

Legyen adva az alábbi döntési háló. Ha rövid úton szándékozzunk haladni és balesetről nincs tudomásunk, akkor ajánlatos testvédőt viselni, vagy sem?



Megoldás:

Mivel a Baleset változó értéke ismeretlen, az összes értékére ki kell átlagolni:

ÚtH	Bal	TV	Haszn.	
H	I	I	30	
H	I	N	0	
H	N	I	75	
H	N	N	80	
R	I	I	35	
R	I	N	3	
R	N	I	95	
R	N	N	100	

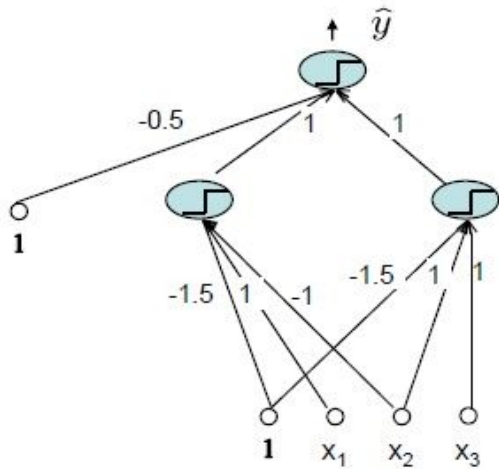
ÚtH	Bal	TV	Haszn.	
R	I	I	35	.2 x 35 + .8 x 95 = <u>83</u>
R	N	I	95	
R	I	N	3	.2 x 3 + .8 x 100 = 80,6
R	N	N	100	

Inkább viseljük a testvédőt.

Többrétegű perceptront ugyan tanítani nem lehet (mi az egy rétegű perceptron tanítási szabálya?), de építeni vele bonyolultabb logikai

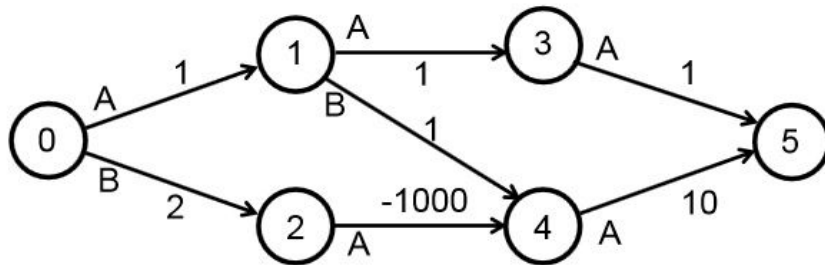
kifejezéseket lehet. Valósítsuk meg többrétegű perceptron hálóval az $(x_1 \wedge \neg x_2) \vee (x_2 \wedge x_3)$ logikai függvényt!

Megoldás:



A kétbemenetű perceptron ÉS kapcsolatot valósít meg, ha a bemeneti súlyai mind 1, és az eltolás -0.5
 A kétbemenetű perceptron VAGY kapcsolatot valósít meg, ha a bemeneti súlyai mind 1, és az eltolás -1.5
 A negálás a súlyérték invertálásával valósítható meg.

Ágens Q- tanulás $Q(s,a)$ cselekvésvértékeket és optimális eljárásmodot tanul. Írja fel a $Q(s,a)$ értékekre vonatkozó Bellman egyensúlyi egyenleteket, általánosságban és az alábbi ábrán feltüntetett rendszerre (állapotok: 0, 1, 2, 3, 4, 5 és a cselekvések A, B).
 A Bellman egyenletrendszer megoldásával adja meg a $Q(s,a)$ értékek táblázatát és ennek alapján az optimális állapot-cselekvés szekvenciát, $\gamma = 1$ érték mellett. A nyilak melletti számok az adott állapot-cselekvés lépésnél kapott közvetlen megerősítések.



Megoldás:

Az egyensúlyi egyenletek: $Q(s, a) = R(s, a, s') + \gamma \max_{a'} Q(s', a')$

Az feladat feltételei mellett az egyenletrendszer:

$$Q(0,A) = 1 + \max \{Q(1,A), Q(1,B)\} = 1 + \max \{Q(1,A), Q(1,B)\}$$

$$Q(0,B) = 2 + \max \{Q(2,A)\} = 2 + Q(2,A)$$

$$Q(1,A) = 1 + \max \{Q(3,A)\} = 1 + Q(3,A)$$

$$Q(1,B) = 1 + \max \{Q(4,A)\} = 1 + Q(4,A)$$

$$Q(2,A) = -1000 + \max \{Q(4,A)\} = -1000 + Q(4,A)$$

$$Q(3,A) = 1 + \max \{Q(5,-)\} = 1$$

$$Q(4,A) = 10 + \max \{Q(5,-)\} = 10$$

A végétől befelé helyettesítve:

$$Q(2,A) = -1000 + Q(4,A) = -990$$

$$Q(1,B) = 1 + Q(4,A) = 11$$

$$Q(1,A) = 1 + Q(3,A) = 2$$

$$Q(0,B) = 2 + Q(2,A) = -988$$

$$Q(0,A) = 1 + \max \{Q(1,A), Q(1,B)\} = 1 + \max \{2, 11\} = 12$$

	A	B
→0	12	-988
→1	2	11
2	-990	
3	1	
→4	10	
5		

azaz: 0-A ... 1-B ... 4-A szekvencia az optimális eljárás mód.