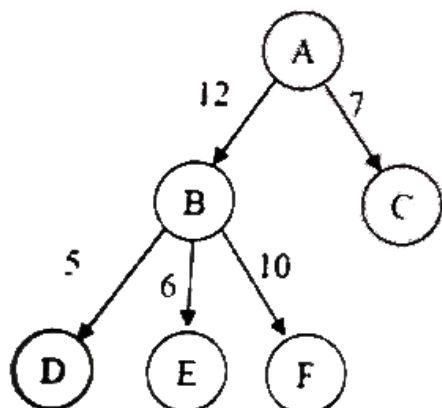


1. Graf na nasledujúcom obrázku ukazuje situáciu prebiehajúceho A\* hľadania. Ktorý uzol sa má rozvinúť ako nasledujúci? A prečo?



Uzol	Odhadovaná vzdialenosť do cieľa
A	22
B	11
C	16
D	4
E	4
F	2

Uzol	Od začiatku (f)	Do konca (g)	Celkovo (f+g)
D	17	4	21
E	18	4	22
F	22	2	24
C	7	16	23

Ako ďalší uzol sa rozvinie uzol **D** pretože jeho heuristická funkcia má najnižšiu hodnotu. Predpokladá sa teda, že je na najkratšej trase zo začiatočného uzla k cieľu.

2. Prepíšte uvedené formuly do klauzulového tvaru.

a.

$$\neg \exists w \neg (P(w) \Rightarrow Q(w))$$

$$\neg \exists w \neg (\neg P(w) \vee Q(w))$$

$$\forall w (\neg P(w) \vee Q(w))$$

$$(\neg P(w) \vee Q(w))$$

b.

$$\forall y \neg Q(y) \vee S(y)$$

$$\neg Q(y) \vee S(y)$$

c.

$$\exists y \forall x P(x) \vee R(x, y)$$

$$\forall x P(x) \vee R(x, b)$$

3. Napíšte slovenskú vetu, ktorá interpretuje uvedené formuly. Predpokladajte rozumný spôsob voľby použitých symbolov.

a.

$$\exists x \forall y \text{ Je V\text{ä}čšie Než}(x, y)$$

Pre všetky y existuje x také že všetky y sú väčšie než x.

b.

$$\forall x \forall y \text{ Spolužiáci}(x, y) \Leftrightarrow \exists z \text{ Trieda}(z) \wedge \text{Žiak}(x, z) \wedge \text{Žiak}(y, z)$$

Pre každých spolužiakov  $x$  a  $y$  existuje trieda  $z$ , ktorej sú žiaci a zároveň, ak existuje trieda  $z$ , ktorej sú  $x$  a  $y$  žiaci, tak sú  $x$  a  $y$  spolužiaci.

$$\forall x \forall y \text{ Spolužiáci}(x, y) \Rightarrow \exists z \text{ Trieda}(z) \wedge \text{Žiak}(x, z) \wedge \text{Žiak}(y, z)$$

Pre každých spolužiakov  $x$  a  $y$  existuje trieda  $z$ , ktorej sú žiaci.

4. Napíšte najvšeobecnejší unifikátor  $\theta$  pre každú uvedenú dvojicu formúl takú, že bude platiť  $\text{SUBSTIT}(\theta, p) = \text{SUBSTIT}(\theta, q)$ . Ak sa formule nedajú unifikovať napíšte to.

a.

$$p = \text{Symptom}(\text{chrípka}, \text{horúčka}) \quad q = \text{Symptom}(x, \text{horúčka})$$

$$\{x/\text{chrípka}\}$$

b.

$$p = \text{Symptom}(\text{chrípka}, \text{horúčka}) \quad q = \text{Symptom}(x, x)$$

pre  $x$  a  $x$  sa nedá odvodiť  $x$  nemôže byť naraz symptóm aj výsledok

c.

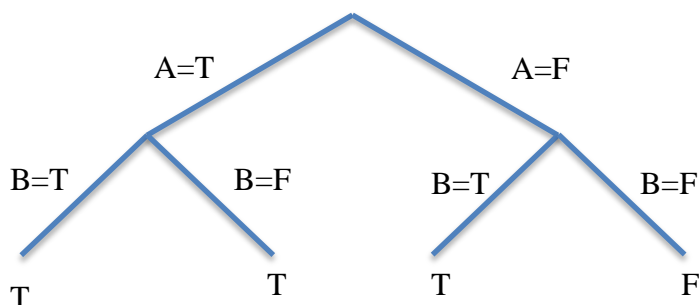
$$p = \text{Symptom}(\text{chrípka}, x) \quad q = \text{Symptom}(y, \text{najčastejšíSymptóm}(y))$$

$$\{x/\text{najčastejšíSymptóm}(\text{chrípka})\}, \{y/\text{chrípka}\}$$

5. Uvažujte tieto 4 trérovacie príklady. Každý obsahuje dva boolovské atribúty označené **A** a **B** a želanú výslednú boolovskú hodnotu.

A	B	
T	T	T
T	F	T
F	T	T
F	F	F

Nakreslite rozhodovací strom s koreňom A

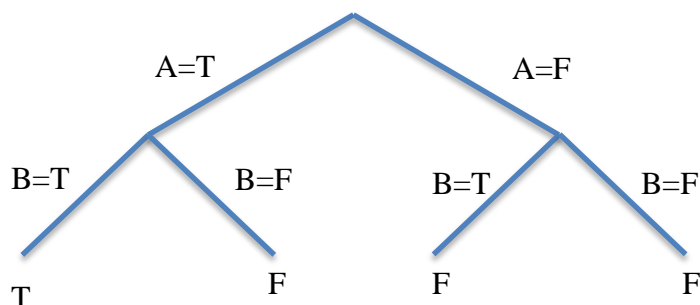


Napíšte najkratšiu ekvivalentnú formulu výrokového počtu, ktorý tomuto stromu zodpovedá.

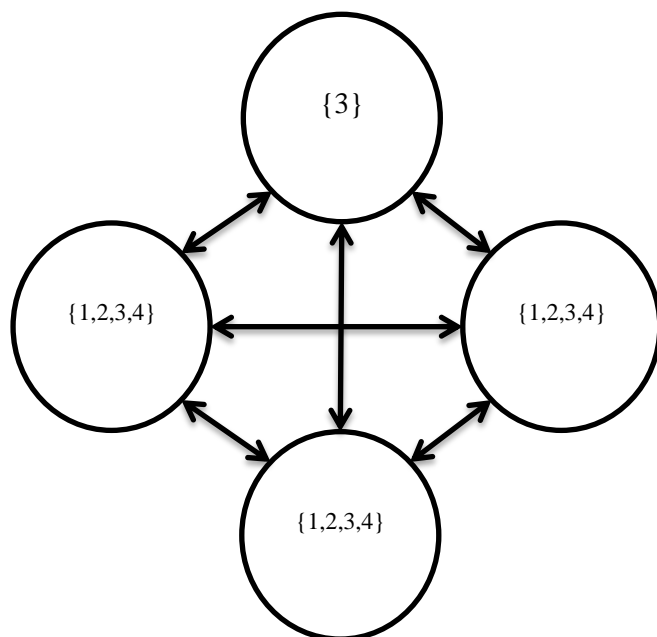
$$A \vee B$$

6. Nakreslite rozhodovací strom ekvivalentný s formulou  $\neg(A \Rightarrow \neg B) \equiv A \wedge B$

A	B	$\neg B$	$(A \Rightarrow \neg B)$	$\neg(A \Rightarrow \neg B)$
T	T	F	F	T
T	F	T	T	F
F	T	F	T	F
F	F	T	T	F



7. Uvažuje sa riešenie problému štyroch dám, ako problém spĺňania ohraňení. Zvoľte reprezentáciu problému takú, že pre každú dámu bude jedna premenná (pre i-tú dámu bude číslo riadku, v ktorom bude umiestnená v i-tom stĺpci) a binárne ohraňenia pre dvojicu dám vyjadrujúce, že nemôže byť v rovnakom riadku, stĺpci a uhlopriečke. Ak predpokladáme že i-tá dáma sa umiestni niekde v i-tom stĺpci, tak možné hodnoty v doméne každej premennej sú čísla riadku ,na ktorom by mohla byť umiestnená. Priradíme napríklad dáme Q1 hodnotu 3, t.j. Q1 sa umiesti do prvého stĺpca a riadku 3. Z toho vyplýva začiatkový graf ohraňení (množina možných hodnôt pre každú premennú je znázorená vnútri uzla).



Použite dopredané overovanie a napíšte aké zostanú možné hodnoty premenných Q2, Q3 a Q4.

**Q2:** Pomocou Q1 vylúčime 2,3,4 umiestnime na 1

**Q3:** Pomocou Q1 vylúčime 3,1 pomocou Q2 vylúčime 1,2 umiestnime na 4

**Q4:** Pomocou Q1 vylúčime 3 pomocou Q2 vylúčime 1,3 a pomocou Q3 vylúčime 4 umiestnime na 2

	Q1	Q2	Q3	Q4
<b>Začiatková doména</b>	<b>3</b>	<b>1,2,3,4</b>	<b>1,2,3,4</b>	<b>1,2,3,4</b>
<b>Po uvažovaní Q2→Q1</b>	3	1	1,2,3,4	1,2,3,4
<b>Po uvažovaní Q3→Q1</b>	3	1	2,4	1,2,3,4
<b>Po uvažovaní Q2→Q3</b>	3	1	2,4	1,2,3,4
<b>Po uvažovaní Q3→Q2</b>	3	1	4	1,2,3,4

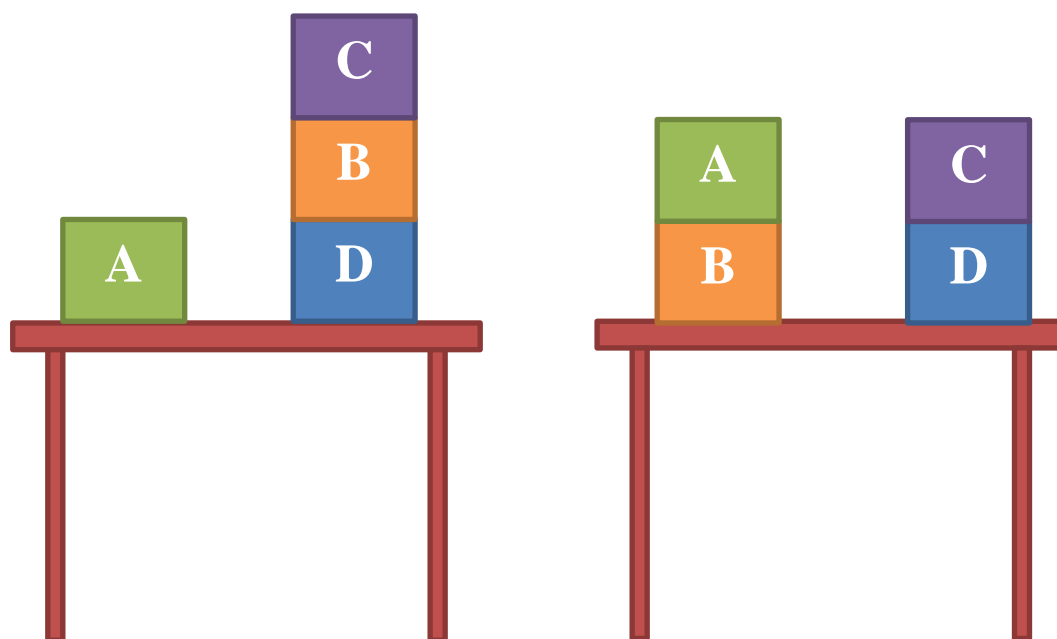
### 8. Uvažujme plánovací problém zo sveta kociek

**Začiatkový stav:**  $JeNa(B, D) \wedge JeNa(C, B) \wedge NaStole(D) \wedge NaStole(A)$

**Cieľový stav:**  $JeNa(A, B) \wedge JeNa(C, D) \wedge NaStole(B) \wedge NaStole(D)$

**Definujte vhodné operátory.**

**Ukážte ako plánovač nájde plán riešenia.**



*OP*(AKCIA: *položNaStôl*(predmet)

*PREDPOKLAD*:  $\neg NaStole(predmet)$

*ÚČINKY*:  $NaStole(predmet)$

)

*OP*(AKCIA: *položNaPredmet*(predmet, podložka)

*PREDPOKLAD*:  $\neg JeNa(predmet, podložka)$

*ÚČINKY*:  $\neg NaStole(predmet) \wedge JeNa(predmet, podložka)$

)

## Plán riešenia

*PoložNaStôl(C)*

$$JeNa(B, D) \wedge NaStole(C) \wedge NaStole(D) \wedge NaStole(A)$$

*PoložNaPredmet(A, B)*

$$JeNa(B, D) \wedge NaStole(C) \wedge NaStole(D) \wedge JeNa(A, B)$$

*PoložNaStôl(B)*

$$NaStole(B) \wedge NaStole(C) \wedge NaStole(D) \wedge JeNa(A, B)$$

*PoložNaPredmet(C, D)*

$$JeNa(A, B) \wedge JeNa(C, D) \wedge NaStole(B) \wedge NaStole(D)$$

*PLÁN(KROKY: {S1: OP(AKCIA: PoložNaStôl(C))*

*S2: OP(AKCIA: PoložNaPredmet(A, B))*

*S3: OP(AKCIA: PoložNaStôl(B))*

*S4: OP(AKCIA: PoložNaPredmet(C, D))}*

*USPORIADANIE: {S1 < S2 < S3 < S4}*

*PRIRADENIA: { }*

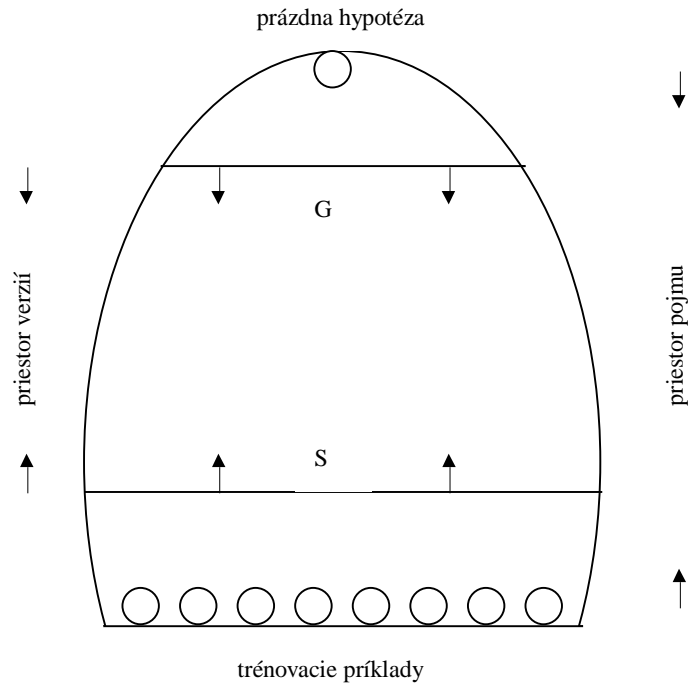
*SPOJENIA: { }*

)

### 9. Uvažujte trénovaciu množinu s týmito príkladmi

	Názov reštaurácie	Jedlo	Deň	Cena	Reakcia
1	NaPeróne	Raňajky	Piatok	€	Zle (+)
2	Kongo	Obed	Piatok	€€	Dobre (-)
3	NaPeróne	Obed	Sobota	€	Zle (+)
4	ElGaucho	Raňajky	Nedeľa	€	Dobre (+)
5	NaPeróne	Raňajky	Nedeľa	€€	Dobre (-)

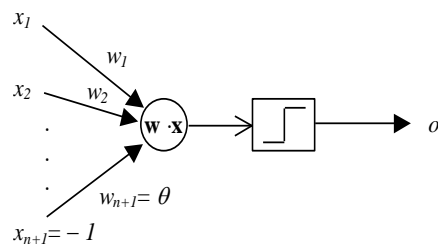
Nakreslite priestor verzí od prázdnej hypotézy po trénovacie príklady



Ukážte ako sa pomocou algoritmu odstraňovania kandidátov dospeje k naučeniu pojmu. Akého?

1.  $G = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$   
 $S = \{NaPeróne, Raňajky, Piatok, €\}$
2.  $G = \{(NaPeróne, x_2, x_3, x_4), (x_1, Raňajky, x_3, x_4), (x_1, x_2, x_3, €)\}$   
 $S = \{NaPeróne, Raňajky, Piatok, €\}$
3.  $G = \{(NaPeróne, x_2, x_3, x_4), (x_1, x_2, x_3, €)\}$   
 $S = \{NaPeróne, x_2, x_3, €\}$
4.  $G = \{x_1, x_2, x_3, €\}$   
 $S = \{x_1, x_2, x_3, €\}$
5.  $G = \{x_1, x_2, x_3, €\}$  – už sa nerobí  
 $S = \{x_1, x_2, x_3, €\}$

**10. Nakreslite schému perceptrónu s  $n+1$  vstupmi Napíšte definíciu aktivačnej funkcie sig-num(znamienko). Použité symboly pomenujte.**



$$f(net) = \text{sign}(net) = \begin{cases} +1 & \text{ak } net \geq 0 \Leftrightarrow \sum_{j=1}^n w_j x_j \geq \theta \\ -1 & \text{ak } net < 0 \Leftrightarrow \sum_{j=1}^n w_j x_j < \theta \end{cases}$$

**11. Opíšte genetický algoritmus pomocou algoritmickej schémy. Slovné opíšte použité funkcie.**

**function** GENETICKÝ-ALGORITMUS(*populácia*, VYHODNOCOVACIA-FUNKCIA) **returns** riešenie  
**inputs:** *populácia*, množina riešení  
VYHODNOCOVACIA-FUNKCIA, funkcia, ktorá vyjadruje úspešnosť daného riešenia  
**repeat**  
    *rodičia* ← VYBER(*populácia*, VYHODNOCOVACIA-FUNKCIA)  
    *populácia* ← REPRODUKCIA(*rodičia*)  
**until** nejaké riešenie je dostatočne úspešné  
**return** najlepšie riešenie v populácii podľa VYHODNOCOVACEJ-FUNKCIE  
**end**

VYHODNOCOVACEJ-FUNKCIE – vyhodnocuje fitness jedincov(ruleta...)

VYBER – vyberá z populácie rodičov pomocou vyhodnocovacej funkcie

REPRODUKCIA – vytvára nových jedincov zo zadaných rodičov

**12. Problém bezstarostného života. Všetci ľudia ktorí nie sú chudobný a ktorí sú veselí sú optimisti. Ľudia ktorí spievajú, nie sú smutný. Ján si často spieva a nie je chudobný. Optimisti majú bezstarostný život. Dá sa nájsť niekto, kto má bezstarostný život?**

**a. Vytvorte formuly predikátovej logiky ktoré zodpovedajú vetám v danom probléme, doplňte potrebné formuly, vyjadrujúce sémantiku bežného života.**

$$\forall x \neg \text{chudobný}(x) \wedge \text{veselý}(x) \Rightarrow \text{optimista}(x)$$

$$\forall x \text{spieva}(x) \Rightarrow \neg \text{smutný}(x)$$

$$\text{spieva}(\text{Jano}) \wedge \neg \text{chudobný}(\text{Jano})$$

$$\forall x \text{optimisti}(x) \Rightarrow \text{bezstarostnýŽivot}(x)$$

**Doplnená formula**

$$\forall x \neg \text{smutný}(x) \Rightarrow \text{veselý}(x)$$

**b. Formuly prepíšte do klauzulárneho tvaru(uveďte len potrebné kroky prepisu)**

$$\forall x \neg \text{chudobný}(x) \wedge \text{veselý}(x) \Rightarrow \text{optimista}(x)$$

$$\forall x \neg (\neg \text{chudobný}(x) \wedge \text{veselý}(x)) \vee \text{optimista}(x)$$

$$1. \text{chudobný}(x) \vee \neg \text{veselý}(x) \vee \text{optimista}(x)$$

$$\forall x \text{spieva}(x) \Rightarrow \neg \text{smutný}(x)$$

$$2. \neg \text{spieva}(x) \vee \neg \text{smutný}(x)$$

$$3. \text{spieva}(\text{Jano})$$

$$4. \neg \text{chudobný}(\text{Jano})$$

$$\forall x \text{optimisti}(x) \Rightarrow \text{bezstarostnýŽivot}(x)$$

$$5. \neg \text{optimisti}(x) \vee \text{bezstarostnýŽivot}(x)$$

$$\forall x \neg \text{smutný}(x) \Rightarrow \text{veselý}(x)$$

$$6. \text{smutný}(x) \vee \text{veselý}(x)$$

**Negácia toho čo chceme dokázať**

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

$$\forall x \neg \text{bezstarostnýŽivot}(x)$$

$$7. \neg \text{bezstarostnýŽivot}(x)$$

**c. Použite rezolvenciu na zodpovedanie otázky (nezabudnite jasne vyjadriť unifikátory)**

2 a 3

$$8. \neg \text{smutný}(\text{Jano})$$

8 a 6

$$9. \text{veselý}(\text{Jano})$$

4, 9 a 1

$$10. \text{optimista}(\text{Jano})$$

10 a 5

$$11. \text{bezstarostnýŽivot}(\text{Jano})$$

11 a 7

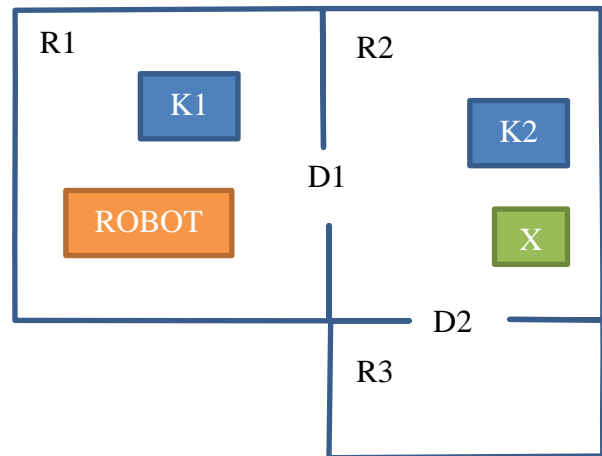
kde  $x/\text{Jano}$ , tak dostanem: 11. NIL čiže som dokázal, že *Jano* má bezstarostnýŽivot

**13. Uvažujte budovu, ktorej pôdorys je na obrázku. Má 3 miestnosti (R1, R2, R3) a dvojú dverí (D1, D2). V miestnosti R1 sa nachádza ROBOT a K1, čo je kľúč k prvým dverám D1. V miestnosti R2 sa nachádza krabica X a kľúč ku dverám D2 označený ako K2. Dvere D1 a D2 sú zamknuté. Cieľom je dostať krabicu X do miestnosti R3 pomocou ROBOT.**



**Popis úlohy možno definovať týmito predikátmi**

- $V\_miestnosti(ROBOT, R1)$
- $V\_miestnosti(K1, R1)$
- $Spája(D1, R1, R2)$
- $Spája(D2, R2, R3)$
- $Krabica(X)$
- $V\_miestnosti(X, R2)$
- $V\_miestnosti(K2, R2)$
- $Zamknuté(D1)$
- $Zamknuté(D2)$
- $Odomyká(D1, K2)$
- $Odomyká(D2, K2)$
- $Prenosný(K1)$
- $Prenosný(K2)$
- $Spája(A, B, C) \Rightarrow spája(A, C, B)$



**Cieľ je definovaný:**  $v\_miestnost(X, R3)$

**Vašou úlohou je:**

**a. Definovať operátory:**

- **Vezmi** – na zobrať robotom niečo prenosné
- **Odomkni** – na odomknutie dverí robotom, ak má u seba kľúč, ktorý dvere odomyká
- **Chod\_cez** – na prechod robota z miestnosti do miestnosti (cez dvere)
- **Tlač\_krabicu** – presun krabice z miestnosti do miestnosti (cez dvere)

**Operátory reprezentujte ako trojice (akcia, Predpoklady, účinky), vytvorte plán použitia operácií na dosiahnutie stanoveného cieľa**

$OP(AKCIA: VEZMI(x)$

$PREDPODMIENKA: prenosny(x)$

$ÚČINKY: Drží(x)$

)

$OP(AKCIA: ODOMKNI(x, y)$

$PREDPODMIENKA: zamknuté(x) \wedge odomiká(x, y) \wedge drží(y)$

$ÚČINKY: \neg zamknuté(x)$

)

$OP(AKCIA: CHOD\_CEZ(dvere, miestnost1, miestnost2)$

$PREDPODMIENKA: \neg zamknuté(dvere) \wedge spája(dvere, miestnost1, miestnost2)$

$\wedge V\_miestnosti(ROBOT, miestnost1)$

$ÚČINKY: V\_miestnosti(ROBOT, miestnost2)$

)

$OP(AKCIA: Tlač\_krabicu(dvere, miestnost1, miestnost2)$

*PREDPODMIENKA:  $\neg \text{zamknuté}(dvere) \wedge \text{spája}(dvere, miestnosť1, miestnosť2)$*   
 *$\wedge V\_miestnosti(ROBOT, miestnosť1) \wedge V\_miestnosti(X, miestnosť1)$*   
*ÚČINKY:  $V\_miestnosti(ROBOT, miestnosť2) \wedge V\_miestnosti(X, miestnosť2)$*   
)

**Plán použitia:**

*Vezmi(K1)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R1) \wedge V\_miestnosti(K1, R1) \wedge V\_miestnosti(K2, R2)$*   
 *$\wedge \text{zamknute}(D1) \wedge \text{zamknute}(D2) \wedge V\_miestnosti(X, R2)$*   
*Odomkni(D1, K1)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R1) \wedge V\_miestnosti(K2, R2) \wedge \neg \text{zamknute}(D1)$*   
 *$\wedge \text{zamknute}(D2) \wedge V\_miestnosti(X, R2)$*   
*Chod\_cez(D1, R1, R2)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R2) \wedge V\_miestnosti(K2, R2) \wedge \neg \text{zamknute}(D1)$*   
 *$\wedge \text{zamknute}(D2) \wedge V\_miestnosti(X, R2)$*   
*Vezmi(K2)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R2) \wedge \neg \text{zamknute}(D1) \wedge \text{zamknute}(D2)$*   
*Odomkni(D2, K2)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R2) \wedge \neg \text{zamknute}(D1) \wedge \neg \text{zamknute}(D2)$*   
 *$\wedge V\_miestnosti(X, R2)$*   
*Tlač\_krubicu(D2, R2, R3)*  
 *$V\_miestnosti(ROBOT, R3) \wedge \neg \text{zamknute}(D1) \wedge \neg \text{zamknute}(D2)$*   
 *$\wedge V\_miestnosti(X, R3)$*

**14. Uvažujte jazyk pre reprezentovanie pojmov vyjadrujúcich ponuku mobilných telefónov:**

*výrobca*  $\in \{\text{Siemens}, \text{Nokia}, \text{Motorola}, \text{Ericsson}\}$   
*klávesnica*  $\in \{\text{klasická}, \text{podKrytom}, \text{alfanumerická}, \text{rozšíriteľná}\}$   
*farba*  $\in \{\text{biela}, \text{strieborná}, \text{čierna}, \text{modrá}, \text{červená}\}$   
*kamera*  $\in \{\text{video}, \text{foto}, \text{žiadna}\}$

**Načrtnite priestor pojmov a ukážte, ako sú v ňom pojmy usporiadané. Predpokladajme, že v tréningovej množine budú tieto príklady:**

- + {Siemens, pod krytom, strieborna, žiadna}
- {Siemens, klasická, biela, foto}
- + {Siemens, klasická, strieborna, žiadna}
- {Nokia, klasická, strieborna, foto}
- + {Siemens, klasická, strieborna, foto}

**Ukážte ako prebehne učenie sa pomocou algoritmu eliminácie kandidátov. Aký pojem bude výsledkom učenia sa?**

1.

$$G = \{x_1, x_2, x_3, x_4\}$$

$$S = \{(Siemens, podKrytom, strieborná, žiadna)\}$$

2.

$$G = \{(x_1, podKrytom, x_3, x_4), (x_1, x_2, strieborná, x_4), (x_1, x_2, x_3, žiadna)\}$$

$$S = \{(Siemens, podKrytom, strieborná, žiadna)\}$$

3.

$$G = \{(x_1, x_2, strieborná, x_4), (x_1, x_2, x_3, žiadna)\}$$

$$S = \{(Siemens, x_2, strieborná, žiadna)\}$$

4.

$$G = \{(Siemens, x_2, strieborná, x_4), (x_1, x_2, x_3, žiadna)\}$$

$$S = \{(Siemens, x_2, strieborná, žiadna)\}$$

5.

$$G = \{(Siemens, x_2, strieborná, x_4)\}$$

$$S = \{(Siemens, x_2, strieborná, x_4)\}$$

Výsledkom učenia sa bude pojem „**Strieborný Siemens**“.

**15. Opíšte postupy dopredného a spätného reťazenia, slúžiace na odvodzovanie znalosti. Porovnajte ich (z čoho vychádzajú a čo je ich výsledkom). Zhodnot'te vhodnosť ich použitia.**

### Dopredné zret'azenie:

Vychádza sa z formúl v báze poznatkov a odvodzujú sa nové dôsledky, ktoré môžu poslúžiť na odvodzovanie ešte ďalších dôsledkov.

### Spätné zret'azenie:

Vychádza sa z formuly, ktorá sa má dokázať. Hľadajú sa implikácie, ktoré by ju umožnili odvodiť. Pre nájdené implikácie sa pokračuje pokusmi dokázať ich predpoklady.

	Dopredné zret'azenie	Spätné zret'azenie
<b>Vychádza z</b>	Báza poznatkov	Dokazovanej formuly
<b>výsledok</b>	Rozšírená báza poznatkov ktorá obsahuje alebo neobsahuje dokazovanú formulu	Dokázanie resp nedokázanie dokazovanej formuly
<b>použitie</b>	Peď chceme získať úplný obraz o svete, všetky odvoditeľné poznatky	Keď chceme dokázať či sa dá z už známych poznatkov dokázať želaná formula

**16. Preved'te formulu  $\forall x[\exists y\{\forall z(P(y) \vee \neg Q(y, z))\} \Rightarrow \{\exists w(\neg P(y, w) \wedge R(x, w))\}]$  do klauzulového tvaru. Uved'te a označte všetky kroky prevodu**

1. Odstránenie ekvivalencie

## 2. Odstránenie implikácie

$$\forall x[\neg\{\exists y\forall z(P(y) \vee \neg Q(y, z))\} \vee \{\exists w(\neg P(y, w) \wedge R(x, w))\}]$$

## 3. Zmenšenie rozsahu operátorov negácie

$$\forall x[\{\forall y\exists z(\neg P(y) \wedge Q(y, z))\} \vee \{\exists w(\neg P(y, w) \wedge R(x, w))\}]$$

## 4. Premenovanie premenných

## 5. Odstránenie existenčných kvantifikátorov

$$z = f(x, y), w = g(x, y)$$

$$\forall x[\{\forall y(\neg P(y) \wedge Q(y, f(x, y)))\} \vee \{(\neg P(y, g(x, y)) \wedge R(x, g(x, y)))\}]$$

## 6. Presun kvantifikátorov doľava

$$\forall x\forall y[\{(\neg P(y) \wedge Q(y, f(x, y)))\} \vee \{(\neg P(y, g(x, y)) \wedge R(x, g(x, y)))\}]$$

## 7. Odstránenie prefixov

$$(\neg P(y) \wedge Q(y, f(y, x))) \vee (\neg P(y, g(x, y)) \wedge R(x, g(x, y)))$$

## 8. Prepis do konjunktívneho tvaru

$$\begin{aligned} & [(\neg P(y) \wedge Q(y, f(x, y))) \vee \neg P(y, g(x, y))] \\ & \quad \wedge [(\neg P(y) \wedge Q(y, f(x, y))) \vee (R(x, g(x, y)))] \\ & [(\neg P(y) \vee \neg P(y, g(x, y))) \wedge (Q(y, f(x, y)) \vee \neg P(y, g(x, y)))] \\ & \quad \wedge [(\neg P(y) \vee R(x, g(x, y))) \wedge (Q(y, f(x, y)) \vee R(x, g(x, y)))] \end{aligned}$$

## 9. Zápis konjuncií klauzúl ako množiny

- $\neg P(y) \vee \neg P(y, g(x, y))$
- $Q(y, f(y)) \vee \neg P(y, g(x, y))$
- $\neg P(y) \vee R(x, g(x, y))$
- $Q(y, f(y)) \vee R(x, g(x, y))$

## 10. Normalizácia premenných na klauzulový tvar

- $\forall x\forall y \neg P(y) \vee \neg P(y, g(x, y))$
- $\forall i\forall j Q(i, f(i)) \vee \neg P(i, g(j, i))$
- $\forall k\forall l \neg P(k) \vee R(x, g(l, k))$
- $\forall m\forall n Q(m, f(m)) \vee R(n, g(n, m))$

**17. Pomocou rezolvenzie vyriešte problém vyjadrený v prirodzenom jazyku: Každý kto hrá na hudobný nástroj alebo maľuje je umelec. Umelec, ktorý je známy, je obdivovaný. Peter hrá na klavír a je známy. Dá sa nájsť niekto, kto je obdivovaný?**

**a. Vytvorte formuly predikátovej logiky, ktoré zodpovedajú vetám v danom probléme, doplňte formuly vyjadrujúce sémantiku bežného života.**

$$\forall x \text{ hráNa}(x, \text{hudobnýNástroj}) \vee \text{maľuje}(x) \Rightarrow \text{umelec}(x)$$

$$\forall x \text{ umelec}(x) \wedge \text{známy}(x) \Rightarrow \text{obdivovaný}(x)$$

$$\text{hráNa}(\text{Peter}, \text{Klavír}) \wedge \text{známy}(\text{Peter})$$

$$\exists x \text{ obdivovaný}(x)$$

**Prídavná formula**

*hudobnýNástroj(klavír)*

**b. Formuly prepíšte do klauzulového tvaru (uved'te len potrebné kroky)**

$\forall x (\neg hráNa(x, HudobnýNástroj) \wedge \neg mal'uje(x)) \vee umelec(x)$

1.  $\neg hráNa(x, HudobnýNástroj) \vee umelec(x)$
2.  $\neg mal'uje(x) \vee umelec(x)$
3.  $\neg umelec(x) \vee \neg znamy(x) \vee obdivovaný(x)$
4.  $hráNa(Peter, Klavír)$
5.  $znamy(Peter)$
6.  $hudobnýNástroj(klavír)$
- $\neg \exists x obdivovaný(x)$
7.  $\neg obdivovaný(x)$

**c. použite rezolvenciu na zodpovedanie otázky (nezabudnite jasne vyznačiť unifikátory)**

4 a 6

8.  $hráNa(Peter, HudobnýNástroj)$

1 a 8

9.  $umelec(Peter)$

9, 5 a 3

10.  $obdivovaný(Peter)$

10 a 7

Kde  $x/Peter$ , tak dostaneme 11. NIL čiže sme dokázali že peter je obdivovaný