

11. Převod vlastností do relačního tvaru

verze z 9. prosince 2024

Stále v příkladech uvažujeme vymezenou část reality tvořenou námi vlastněnými filmy a přáteli. Tuto část reality modelujeme relačními proměnnými `liked` s charakteristickou vlastností „Osoba `person` má ráda film `movie`.“ a `action` s charakteristickou vlastností „Film `movie` je akční.“

1 Základní tvar vlastností

Výrokové formy nad schématem S můžeme také nazývat **vlastnosti entic** nad schématem S . Pokud po dosazení entice t nad S do vlastnosti entic V nad S dostaneme pravdivý výrok, pak říkáme, že t **má vlastnost** V . Pokud například Anna má ráda film Blue Velvet, pak můžeme říci, že entice

$$\{\langle \text{person}, 'Anna' \rangle, \langle \text{movie}, 'Blue Velvet' \rangle\}$$

má vlastnost „Osoba `person` má ráda film `movie`.“ Pokud dále nemůže dojít k nedorozumění, budeme vlastnosti entic zkráceně nazývat pouze **vlastnosti**. Množinu entic $\|V\| = \{t \in \text{Tupl}(S) \mid V(t)\}$ nazýváme množinou **určenou** vlastností V .

Řekneme, že dvě vlastnosti V_1, V_2 nad S jsou **ekvivalentní**, jestliže pro každou entici t nad S platí, že t má vlastnost V_1 , právě když t má vlastnost V_2 . Například vlastnosti $V_1 \wedge V_2$ a $V_2 \wedge V_1$ jsou ekvivalentní, kde V_1, V_2 jsou libovolné vlastnosti. Ekvivalenci vlastností V_1, V_2 symbolicky zapíšeme $V_1 \equiv V_2$. Pokud je V_1 ekvivalentní s V_2 , pak jistě $\|V_1\| = \|V_2\|$, neboli vlastnosti V_1 a V_2 určují stejnou množinu entic.

Úkolem bude se pokusit převést vlastnost entic do relačního tvaru. Pokud uspějeme, pak z minulé přednášky víme, že vlastnost můžeme převést na ekvivalentní relační výraz. Jako příklad si vezmeme následující vlastnost.

$$V_1 = \text{„Osoba } \textit{person} \text{ má ráda aspoň jeden film a všechny akční filmy.“}$$

Prvním krokem je převést vlastnost do symbolického zápisu. Vlastnost V_1 můžeme rozdělit na konjunktci dvou vlastností:

$$V_2 = \text{„Osoba } \textit{person} \text{ má ráda aspoň jeden film.“}$$

a

$$V_3 = \text{„Osoba } \textit{person} \text{ má ráda všechny akční filmy.“}$$

Tedy symbolicky $V_1 = V_2 \wedge V_3$. Rozepsáním V_2 získáme:

„Existuje movie takové, že osoba person má ráda film movie.“

Zapsáno symbolicky dostáváme:

$$V_2 = (\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$$

Rozepsáním V_3 získáme:

„Pro každé movie platí, že jestliže movie je akční film, pak osoba person má ráda film movie.“

Symbolicky:

$$V_3 = (\forall \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \rightarrow \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$$

Dohromady dostáváme, že vlastnost V_1 zapsána symbolicky je

$$(\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \wedge (\forall \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \rightarrow \text{liked}(\text{person}, \text{movie})).$$

Dále si všimněme, že relační tvar povoluje použití pouze spojek negace, konjunkce a disjunkce a existenčního kvantifikátoru. Druhým krokem převodu bude nahrazení ostatních spojek a zbylého kvantifikátoru podle následujících ekvivalencí.

Pro každé vlastnosti V, V_1 a V_2 platí:

1. $V_1 \leftrightarrow V_2 \equiv (V_1 \rightarrow V_2) \wedge (V_2 \rightarrow V_1)$,
2. $V_1 \rightarrow V_2 \equiv \neg V_1 \vee V_2$,
3. $(\forall y)V \equiv \neg(\exists y)\neg V$.

Provedeme nahrazení v našem příkladu V_1 a obdržíme ekvivalentní vlastnost s žádanými spojkami a kvantifikátorem:

$$V_4 = (\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ \wedge \neg(\exists \text{movie})\neg(\neg \text{action}(\text{movie}) \vee \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$$

Pro zjednodušení dalších úvah provedeme odstranění disjunkce podle následující ekvivalence.

$$V_1 \vee V_1 \equiv \neg(\neg V_1 \wedge \neg V_2)$$

Obdržíme:

$$V_5 = (\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ \wedge \neg(\exists \text{movie})\neg(\neg \neg \text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$$

O vlastnostech, které obsahují pouze spojky konjunkce a negace a existenční kvantifikátor, říkáme, že jsou v **základním tvaru**. Právě popsaným způsobem můžeme každou vlastnost převést do základního tvaru.

Pokud chceme, můžeme vlastnost dále zjednodušit odstraněním dvojitých negací pravidlem:

$$\neg \neg V \equiv V$$

Odstraníme dvojí negace z vlastnosti V_5 :

$$V_6 = (\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ \wedge \neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$$

2 Odvozování generátorů

Zavedeme si vlastnost označenou 1 nad schématem \emptyset takovou, že prázdná množina má vlastnost 1; tedy vlastnost 1 určuje množinu $\|1\| = \{\emptyset\}$. Vlastnosti obsahující vlastnost 1 můžeme zjednodušit podle ekvivalencí:

1. $V \wedge 1 \equiv 1 \wedge V \equiv V$,
2. $V \vee 1 \equiv 1 \vee V \equiv 1$,
3. $(\exists y)1 \equiv 1$,

kde V je vlastnost a y je atribut. Vlastnost 1 bude v relačním tvaru.

Pro konečnou množinu atributů $S = \{y_1, \dots, y_n\}$ zavedeme značení $(\exists S)V$ tak, že položíme:

1. $(\exists \emptyset)V \equiv V$
2. $(\exists \{y_1, \dots, y_n\})V \equiv (\exists y_1) \cdots (\exists y_n)V$

V druhém bodě libovolně zvolíme pořadí prvků množiny S . Například:

$$(\exists \{\text{person, movie}\})\text{liked}(\text{person, movie}) \equiv (\exists \text{person})(\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person, movie}).$$

Popíšeme algoritmus, který pro vlastnost V v základním tvaru odvodí dvě vlastnosti v relačním tvaru označené $G(V)$ a $H(V)$. Vlastnost $G(V)$ nazýváme **generátorem** vlastnosti V a vlastnost $H(V)$ nazýváme **komplementárním generátorem** vlastnosti V . Obě vlastnosti jsou určeny následujícími pravidly.

1. Pokud je V tvaru *relation*(y_1, \dots, y_n), pak polož

$$\begin{aligned} G(V) &= \textit{relation}(y_1, \dots, y_n), \\ H(V) &= 1. \end{aligned}$$

2. Pokud je V tvaru $y_1 = y_2$ nebo $y = d$, pak polož

$$\begin{aligned} G(V) &= 1, \\ H(V) &= 1. \end{aligned}$$

3. Pokud je V tvaru $\neg V_1$, pak polož

$$\begin{aligned} G(V) &= H(V_1), \\ H(V) &= G(V_1). \end{aligned}$$

4. Pokud je V tvaru $V_1 \wedge V_2$, pak polož

$$\begin{aligned} G(V) &= G(V_1) \wedge G(V_2), \\ H(V) &= (\exists S_1 - S_2)H(V_1) \vee (\exists S_2 - S_1)H(V_2), \end{aligned}$$

kde $S_1 = S(H(V_1))$ a $S_2 = S(H(V_2))$.

5. Pokud je V tvaru $(\exists y)V_1$, pak polož

$$\begin{aligned} G(V) &= (\exists y)G(V_1), \\ H(V) &= (\exists y)H(V_1). \end{aligned}$$

Odvodíme generátory vlastnosti

$$\begin{aligned} V_6 &= (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ &\quad \wedge \neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \end{aligned}$$

z výše uvedeného příkladu:

$$\begin{aligned} G(V_6) &= G((\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ &\quad \wedge G(\neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie}))) \end{aligned}$$

Dále

$$\begin{aligned} &G((\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ &= (\exists \text{movie})G(\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ &= (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \end{aligned}$$

a

$$\begin{aligned} &G(\neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie}))) \\ &= H((\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie}))) \\ &= (\exists \text{movie})H(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \end{aligned}$$

Pokračujeme:

$$H(\text{action}(\text{movie})) = 1$$

a

$$H(\neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) = G(\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$$

Tedy:

$$\begin{aligned} &H(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ &= (\exists \emptyset)1 \vee (\exists \{\text{person}, \text{movie}\})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ &= 1 \vee (\exists \text{person})(\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \end{aligned}$$

Což je ekvivalentní s 1.

Dohromady dostáváme:

$$\begin{aligned} G(V_6) &\equiv (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})1 \\ &\equiv (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \end{aligned}$$

Poslední uvedenou vlastnost označíme W_1 .

Pro každou vlastnost V platí následující.

1. Generátor a komplementární generátor vlastnosti V jsou v relačním tvaru a neobsahují negace.
2. Schémata generátoru a komplementárního generátoru vlastnosti V jsou podmnožiny schématu vlastnosti V ; zkráceně $S(G(V)) \subseteq S(V)$ a $S(H(V)) \subseteq S(V)$.
3. Množina určená generátorem vlastnosti V je konečná; zkráceně $\|G(V)\|$ je konečná. Tedy $\|G(V)\|$ je relace nad $S(G(V))$.
4. Projekce množiny určené vlastností V na schéma generátoru vlastnosti V je podmnožinou relace určené generátorem vlastnosti V ; zkráceně $\pi_{S(G(V))}(\|V\|) \subseteq \|G(V)\|$.
5. Projekce komplementu množiny určené vlastností V na schéma komplementárního generátoru vlastnosti V je podmnožinou relace určené komplementárním generátorem vlastnosti V ; zkráceně $\pi_{S(H(V))}(\overline{\|V\|}) \subseteq \|H(V)\|$, kde $\overline{\|V\|}$ je komplement $\|V\|$ vzhledem k $\text{Tupl}(S(V))$, tedy $\overline{\|V\|} = \text{Tupl}(S(V)) - \|V\|$.

3 Převod do relačního tvaru

Vlastnosti, které jsou tvaru $\neg V$, nazýváme **negativní**. Vlastnosti, které nejsou negativní, nazýváme **pozitivní**. Například vlastnost $\neg \text{action}(\text{movie})$ je negativní a vlastnost $\text{action}(\text{movie})$ je pozitivní. **Komplementem** vlastnosti myslíme vlastnost takovou, že komplement negativní vlastnosti $\neg V$ je V a komplement pozitivní vlastnosti V je $\neg V$. Komplement vlastnosti V značíme \overline{V} . Například komplement vlastnosti $\neg \text{action}(\text{movie})$ je vlastnost $\text{action}(\text{movie})$ a komplementem vlastnosti $\text{action}(\text{movie})$ je vlastnost $\neg \text{action}(\text{movie})$.

Vezměme vlastnosti V a W takové, že $S(V) \subseteq S(W)$, a schéma S takové, že $S(V) \subseteq S \subseteq S(W)$. Pak **zarováním schématu** vlastnosti V na schéma S podle vlastnosti W myslíme vlastnost

1. V , jestliže $S = S(V)$,
2. $V \wedge (\exists S')W$, kde $S' = S(V) \cup (S(W) - S)$, jinak.

Získaná vlastnost bude jistě nad schématem S . Například zarováním schématu vlastnosti $\text{action}(\text{movie})$ na schéma $\{\text{movie}, \text{person}\}$ podle $\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ získáme vlastnost

$$\text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$$

a zarováním schématu vlastnosti $\text{action}(\text{movie})$ na schéma $\{\text{movie}\}$ podle $\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ získáme vlastnost $\text{action}(\text{movie})$.

Vezměme vlastnost V v základním tvaru a vlastnost W v relačním tvaru. **Převod vlastnosti V podle** vlastnosti W do relačního tvaru probíhá následovně.

1. Pokud je V tvaru $relation(y_1, \dots, y_n)$, pak je výsledek $relation(y_1, \dots, y_n)$.
2. Pokud je V tvaru $y_1 = y_2$, pak je $(\exists S)(W) \wedge (y_1 = y_2)$, kde $S = S(W) - \{y_1, y_2\}$, výsledek.
3. Pokud je V tvaru $\neg V_1$, pak převed V_1 podle W na U_1 a polož výsledek roven komplementu U_1 .
4. Pokud je V tvaru $V_1 \wedge V_2$, pak nejprve převed V_1 a V_2 podle W na U_1 a U_2 . Výsledek je určen podle níže uvedených pravidel.

- (a) Pokud jsou U_1 a U_2 pozitivní, pak je výsledek

$$U_1 \wedge U_2.$$

- (b) Pokud U_1 je pozitivní a U_2 je negativní, pak je výsledek

$$U_1' \wedge \neg U_2',$$

kde U_1' a U_2' vznikly zarovnáním U_1 a $\overline{U_2}$ na $S(U_1) \cup S(U_2)$ podle W .

- (c) Pokud U_1 je negativní a U_2 je pozitivní, pak je výsledek

$$U_2' \wedge \neg U_1',$$

kde U_1' a U_2' vznikly zarovnáním $\overline{U_1}$ a U_2 na $S(U_1) \cup S(U_2)$ podle W .

- (d) Pokud U_1 a U_2 jsou negativní, pak je výsledek

$$\neg(U_1' \wedge U_2'),$$

kde U_1' a U_2' vznikly zarovnáním $\overline{U_1}$ a $\overline{U_2}$ na $S(U_1) \cup S(U_2)$ podle W .

5. Pokud V je tvaru $(\exists y)V_1$, pak postupuj podle níže uvedených kroků.

- (a) Odvoď generátor W_1 pro V_1 .
- (b) Pokud y není ve schématu W_1 , pak skonči, protože vlastnost neumíme převést.
- (c) Jinak převed V_1 podle $(\exists S(W_1) - \{y\})W_1 \wedge (\exists y)W$ na U .
- (d) Výsledek převodu je $(\exists y)U$.

Převod vlastnosti V do relačního tvaru probíhá tak, že se nejprve určí generátory W vlastnosti V . Pokud schéma W se nerovná schématu V , pak převod končí s tím, že vlastnost neumíme převést. Jinak převedeme vlastnost V podle W .

Jako příklad se pokusíme převést vlastnost

$$V_1 = (\exists \text{movie}) \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ \wedge \neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$$

(v předchozí sekci označenou V_6) do relačního tvaru. Nejprve odvodíme generátory $G(V_1)$ vlastnosti V_1 . To jsme provedli v příkladu z předchozí sekce a po zjednodušení jsme dostali:

$$G(V_1) \equiv W_1 = (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$$

Provedeme kontrolu, zda schéma vlastnosti V_1 se rovná schématu vlastnosti W_1 ; tedy $S(V_1) = \{\text{person}\} = S(W_1)$. Převédeme V_1 podle W_1 do relačního tvaru.

1. Protože V_1 je tvaru $V_2 \wedge V_3$. Převédeme nejprve V_2 podle W_1 a pak V_3 podle W_1 .
2. Převédeme $V_2 = (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ podle W_1 . Protože je V_2 tvaru $(\exists \text{movie})V_4$, odvodíme generátor pro V_4 .
3. Generátor pro $V_4 = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ je vlastnost $G(V_4) = \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) = W_2$.
4. Ověříme, že $\text{movie} \in \{\text{person}, \text{movie}\} = S(W_2)$.
5. Převédeme $\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ podle

$$\begin{aligned} & (\exists \text{person})W_2 \wedge (\exists \text{movie})W_1 \\ & = (\exists \text{person})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})(\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \end{aligned}$$

Obdržíme vlastnost $U_1 = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ v relačním tvaru.

6. Výsledkem převodu V_2 podle W_1 je $U_2 = (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$.
7. Pokračujeme převodem $V_3 = \neg(\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}))$ podle W_1 . Protože V_3 je tvaru $\neg V_5$, převédeme V_5 podle W_1 .
8. Vlastnost V_5 je tvaru $(\exists \text{movie})V_6$. Proto nejprve odvodíme generátor vlastnosti V_6 :

$$\begin{aligned} G(V_6) & = G(\text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ & = G(\text{action}(\text{movie})) \wedge G(\neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ & = \text{action}(\text{movie}) \wedge H(\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ & = \text{action}(\text{movie}) \wedge 1 \end{aligned}$$

Po zjednodušení obdržíme $G(V_6) \equiv \text{action}(\text{movie}) = W_3$.

9. Provedeme kontrolu, že $\text{movie} \in \{\text{movie}\} = S(W_3)$.
10. Převédeme $V_6 = \text{action}(\text{movie}) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ podle

$$\begin{aligned} (\exists \emptyset)W_3 \wedge (\exists \text{movie})W_1 & = \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})(\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ & \equiv \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) = W_4. \end{aligned}$$

Protože V_6 je tvaru $V_7 \wedge V_8$, převédeme V_7 i V_8 podle W_4 .

11. Převodem $V_7 = \text{action}(\text{movie})$ podle W_4 obdržíme $U_3 = \text{action}(\text{movie})$.
12. Protože V_8 je tvaru $\neg V_9$, převedeme $V_9 = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ podle W_4 .
13. Převodem $V_9 = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$ podle W_4 obdržíme $U_4 = \text{liked}(\text{person}, \text{movie})$.
14. Převodem V_8 podle W_4 získáme $\neg U_4 = \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) = U_5$.
15. Protože U_3 je pozitivní a U_5 negativní, tak převod V_6 podle W_4 bude

$$U'_3 \wedge \neg U'_5.$$

kde U'_3 je zarovnání U_3 na $\{\text{person}, \text{movie}\}$ tedy:

$$\begin{aligned} U'_3 &= \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})W_4 \\ &= \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})(\text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \end{aligned}$$

což můžeme zjednodušit:

$$\begin{aligned} U'_3 &\equiv \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ &\equiv \text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) = U''_3 \end{aligned}$$

Dále U'_5 je zarovnání $\overline{U_5}$ na $\{\text{person}, \text{movie}\}$, což je $\text{liked}(\text{person}, \text{movie})$.
Dohromady:

$$\begin{aligned} U'_3 \wedge \neg U'_5 &\equiv U''_3 \wedge \neg U'_5 \\ &= (\text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ &= U_6. \end{aligned}$$

16. Zjistili jsme, že převodem V_5 podle W_1 získáme $U_7 = (\exists \text{movie})U_6$.
17. Dále převodem V_3 podle W_1 získáme $U_8 = \neg(\exists \text{movie})U_6$.
18. Vracíme se k převodu $V_1 = V_2 \wedge V_3$ podle W_1 . Zjistili jsme, že převodem V_2 podle W_1 získáme U_2 a převodem V_3 podle W_1 získáme U_8 . Protože U_2 je pozitivní a U_8 negativní, tak převod V_1 podle W_1 vede k

$$U_9 = U_2 \wedge \neg \overline{U_8}.$$

Protože $S(U_2) = S(U_8) = \{\text{person}\}$, tak zarovnání U_2 a $\overline{U_8}$ na $\{\text{person}\}$ podle W_1 je U_2 a $\overline{U_8}$. Převod tím končí. Získali jsme vlastnost:

$$\begin{aligned} U_9 &= (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie}) \\ &\quad \wedge \neg(\exists \text{movie})((\text{action}(\text{movie}) \wedge (\exists \text{movie})\text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \\ &\quad \wedge \neg \text{liked}(\text{person}, \text{movie})) \end{aligned}$$

Vlastnost U_9 je ekvivalentní vlastnosti V_1 , která je navíc v relačním tvaru, můžeme ji tedy převést podle algoritmu z minulé přednášky na relační výraz:

$$E = \pi_{\{\text{person}\}}(\text{liked}) - \pi_{\{\text{person}\}}((\text{action} \bowtie \pi_{\{\text{person}\}}(\text{liked})) - \text{liked})$$

Získali jsme relační výraz relační algebry, který je ekvivalentní vlastnosti V_1 . Ten můžeme přímočaře přepsat na relační výraz SQL:


```
( SELECT DISTINCT person FROM liked )
EXCEPT
( SELECT DISTINCT person
FROM ( ( SELECT DISTINCT liked.person, action.movie
FROM liked, action )
EXCEPT
( TABLE liked ) ) );
```

Obdržení relační výraz má žádanou charakteristickou vlastnost „Osoba `person` má ráda aspoň jeden film a všechny akční filmy.“.

Otázky a úkoly na cvičení

- V následujících příkladech vymežeme část reality tvořenou vlastněnými filmy a režiséry, kteří je natočili, modelovanou proměnnými `director` s charakteristickou vlastností „Režisér `name` se narodil roku `born`.“, `movie` s charakteristickou vlastností „Film `title` byl vydán v roce `year`.“ a `movie_director` s charakteristickou vlastností „Režisér `name` natočil film `title`.“ Zapište symbolicky následující vlastnosti a převedte je do základního tvaru.
 - „Režisér `name` se nenarodil v roce `born`.“
 - „Jestliže `name` je režisér, pak `name` natočil film `title`.“
 - „`name` je režisér nebo `title` je film.“
 - „Režisér `name`, který se narodil roku `born`, natočil film `title`.“
 - „Režisér `name` natočil všechny filmy.“
 - „V roce `year` vyšel film, který nenatočil režisér `name`.“
- Odvoďte generátory vlastností v základním tvaru z předchozího úkolu podle druhé sekce.
- Pokuste se převést vlastnosti v základním tvaru z prvního úkolu do relačního tvaru podle třetí sekce.
- Převedte vlastnosti v relačním tvaru z předchozího úkolu do relačních výrazů relační algebry podle předchozí přednášky.
- Přepište relační výrazy relační algebry z předchozího úkolu do relačních výrazů SQL.