Klauzulární logika

— úvod —

Šárka Vavrečková

Ústav informatiky
Filozoficko-Přírodovědecká fakulta
Slezské univerzity, Opava

20. října 2008

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Klauzulární logika

Hlavní vlastnosti

- pracujeme s klauzulemi, které získáváme z klauzulí predikátové logiky
- klauzule klauzulární logiky:
  1. ekvivalentními operacemi předsuneme postupně všechny kvantifikátory na začátek klauzule
  2. takto vytvořený prefix z kvantifikátorů odstraníme (ale při případných úpravách bereme v úvahu kvantifikaci jednotlivých proměnných a pořadí kvantifikátorů)
  3. jádro formule bez kvantifikátorů upravíme do klauzulární formy
- používáme pouze jedinou logickou spojku – implikaci (žádnou jinou, ani negaci!), specifické vlastnosti nevyjádřitelné implikací reprezentujeme jinak

Definice klauzulí

Definice (Klauzule)

- *Báze: Literály predikátů jsou klauzule.*
- *Indukce: Jestliže* A *a* B *jsou klauzule, pak* $A \vee B$ *je také klauzule.*
- *Zobecnění: Všechny formule, které jsou utvořeny použitím konečného počtu pravidel v bázi a indukci, jsou klauzule, žádná jiná formule není klauzule.*

Definice klauzulí

Definice (Hornovy klauzule)

jsou klauzule s nejvýše jedním pozitivním literálem (tj. literálem bez negace). Můžeme je psát v následujících tvarech:

$$\neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \ldots \vee \neg A_n \vee B$$

$$(A_1, A_2, \ldots, A_n) \rightarrow B$$

Definice ((Obecné) klauzule)

$$\neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \ldots \vee \neg A_n \vee B_1 \vee B_2 \vee B_m$$

$$(A_1 \ \& A_2 \ \& \ldots \ \& A_n) \rightarrow (B_1 \vee B_2 \vee \ldots \vee B_m)$$

Definice klauzulí

Definice (Hornovy klauzule)

jsou klauzule s nejvýše jedním pozitivním literálem (tj. literálem bez negace). Můžeme je psát v následujících tvarech:

$$\neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \ldots \vee \neg A_n \vee B$$
$$(A_1, A_2, \ldots, A_n) \rightarrow B$$

Definice ((Obecné) klauzule)

$$\neg A_1 \vee \neg A_2 \vee \ldots \vee \neg A_n \vee B_1 \vee B_2 \vee B_m$$
$$(A_1 \ \& A_2 \ \& \ldots \ \& A_n) \rightarrow (B_1 \vee B_2 \vee \ldots \vee B_m)$$

Abeceda

1. *proměnné* (X, Prom, . . .)
2. *individuové konstanty* (28, 3.4, jaguár, . . .)
3. *logické konstanty* (true, false – T, F)
4. *existenční (Skolemovy) konstanty* (@a, @něco,. . .)
5. *funkční symboly (funktory)* – mají přiřazenu **aritu** = přirozené číslo (vč. nuly) = počet argumentů
6. *existenční (Skolemovy) funktory* (@f,. . .) – mají aritu
7. *predikátové symboly* – začínají písmenem, mají aritu
8. *pomocné symboly* – čárky, závorky
9. *logická spojka* implikace $\rightarrow$

Syntaktické prvky

Term:

- proměnná
- konstanta (individuová, logická)
- existenční konstanta
- funktor, jehož argumenty jsou termy
- existenční funktor, jehož argumenty jsou termy

Atom:

- predikátový symbol, jehož argumenty jsou termy
- logická konstanta

Syntaktické prvky

Term:

- proměnná
- konstanta (individuová, logická)
- existenční konstanta
- funktor, jehož argumenty jsou termy
- existenční funktor, jehož argumenty jsou termy

Atom:

- predikátový symbol, jehož argumenty jsou termy
- logická konstanta

Syntaktické prvky

Klauzule:

$$\underbrace{\{p_1, p_2, \ldots, p_n\}}_{\text{antecedent(A)–konjunkce}} \rightarrow \underbrace{\{q_1, q_2, \ldots, q_m\}}_{\text{konsekvent(K)–disjunkce}}$$

kde p_i, q_j jsou atomy.

Význam:

$$\begin{array}{rcl} (p_1 \ \& p_2 \ \& \ldots \ \& p_n) & \rightarrow & (q_1 \vee q_2 \vee \ldots \vee q_m) \\ \neg(p_1 \ \& p_2 \ \& \ldots \ \& p_n) & \vee & (q_1 \vee q_2 \vee \ldots \vee q_m) \\ \neg p_1 \vee \neg p_2 \vee \ldots \vee \neg p_n \vee q_1 & \vee & q_2 \vee \ldots \vee q_m \end{array}$$

Syntaktické prvky

Klauzule:

$$\underbrace{\{p_1, p_2, \ldots, p_n\}}_{\text{antecedent(A)--konjunkce}} \rightarrow \underbrace{\{q_1, q_2, \ldots, q_m\}}_{\text{konsekvent(K)--disjunkce}}$$

kde p_i, q_j jsou atomy.

Význam:

$$\begin{array}{rcl} (p_1 \ \& p_2 \ \& \ldots \ \& p_n) & \rightarrow & (q_1 \vee q_2 \vee \ldots \vee q_m) \\ \neg(p_1 \ \& p_2 \ \& \ldots \ \& p_n) & \vee & (q_1 \vee q_2 \vee \ldots \vee q_m) \\ \neg p_1 \vee \neg p_2 \vee \ldots \vee \neg p_n \vee q_1 & \vee & q_2 \vee \ldots \vee q_m \end{array}$$

Formy klauzulí

Syntaxe

$$\{p_1, p_2, \ldots p_n\} \rightarrow \{q_1, q_2, \ldots q_m\} \quad (1)$$

$$\rightarrow \{q_1, q_2, \ldots q_m\} \quad (2)$$

$$\{p_1, p_2, \ldots p_n\} \rightarrow \quad (3)$$

Význam

1. žádná z množin A, K není prázdná (základní forma),
2. $A = \varnothing \quad \Rightarrow$ je FAKT,
3. $K = \varnothing \Rightarrow$ NEPLATNÉ tvrzení.

Rezoluce v klauzulární logice

Odvození vzorce:

$$p \vee X,\ \neg X \vee q \quad \models \quad p \vee q$$

$$\neg p \to X,\ X \to q \quad \models \quad \neg p \to q$$

substituce $[A/\neg p],\ [B/q]:$

$$A \to X,\ X \to B \quad \models \quad A \to B$$

Rezoluce v klauzulární logice

Odvození vzorce:

$$p \vee X,\ \neg X \vee q \qquad \models \qquad p \vee q$$

$$\neg p \rightarrow X,\ X \rightarrow q \qquad \models \qquad \neg p \rightarrow q$$

substituce $[A/\neg p],\quad [B/q]:$

$$A \rightarrow X,\ X \rightarrow B \qquad \models \qquad A \rightarrow B$$

Rezoluce v klauzulární logice

Odvození vzorce:

$$p \vee X,\ \neg X \vee q \quad \models \quad p \vee q$$

$$\neg p \to X,\ X \to q \quad \models \quad \neg p \to q$$

$$\text{substituce} \quad [A/\neg p],\quad [B/q]:$$

$$A \to X,\ X \to B \quad \models \quad A \to B$$

Typy tvrzení

Tvrzení jsou

- univerzální (tvrzení platí obecně pro vše, co je dosazeno), může obsahovat pouze
  - univerzálně vázané proměnné (X, $Prom$, $Nekdo$, apod.),
  - konstanty.
- existenční (existuje hodnota taková, že po dosazení bude formule splněna), může obsahovat
  - vše z předchozího bodu,
  - existenční konstanty,
  - existenční funktory.

Typy tvrzení

Tvrzení jsou

- univerzální (tvrzení platí obecně pro vše, co je dosazeno), může obsahovat pouze
  - univerzálně vázané proměnné (X, $Prom$, $Nekdo$, apod.),
  - konstanty.
- existenční (existuje hodnota taková, že po dosazení bude formule splněna), může obsahovat
  - vše z předchozího bodu,
  - existenční konstanty,
  - existenční funktory.

Příklad

Slovně

„V létě mají všichni školáci prázdniny.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

(chceme, aby každá proměnná byla vázaná obecným kvantifikátorem):

$$\forall x \left(rocni\_obd(leto) \wedge skolak(x)) \rightarrow ma(x, prazdniny) \right)$$

Klauzulární logika:

$$rocni\_obd(leto),\ skolak(X) \rightarrow ma(X, prazdniny)$$

Příklad

Slovně

„V létě mají všichni školáci prázdniny.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

(chceme, aby každá proměnná byla vázaná obecným kvantifikátorem):

$$\forall x \left(rocni\_obd(leto) \wedge skolak(x)) \rightarrow ma(x, prazdniny) \right)$$

Klauzulární logika:

$$rocni\_obd(leto),\ skolak(X) \rightarrow ma(X, prazdniny)$$

Příklad

Slovně

„V létě mají všichni školáci prázdniny.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

(chceme, aby každá proměnná byla vázaná obecným kvantifikátorem):

$$\forall x \left(rocni\_obd(leto) \land skolak(x)) \to ma(x, prazdniny) \right)$$

Klauzulární logika:

$$rocni\_obd(leto),\ skolak(X) \to ma(X, prazdniny)$$

Příklad

Slovně

„Psi štěkají (všichni psi štěkají, každý pes štěká)."

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x\Big(pes(X) \rightarrow steka(X)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$pes(X) \rightarrow steka(X)$$

Příklad

Slovně

„Psi štěkají (všichni psi štěkají, každý pes štěká).“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x\Big(pes(X) \rightarrow steka(X)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$pes(X) \rightarrow steka(X)$$

Příklad

Slovně

„Psi štěkají (všichni psi štěkají, každý pes štěká)."

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x \Big(pes(X) \rightarrow steka(X) \Big)$$

Klauzulární logika:

$$pes(X) \rightarrow steka(X)$$

Příklad

Slovně

„V létě má listí zelenou barvu, zatímco na podzim má listí žlutou nebo červenou barvu.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x\Big(\big(rocni\_obd(leto)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zelena)\big)\ \&$$
$$\big(rocni\_obd(podzim)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zluta) \vee barva(X, cervena)\big)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$\begin{array}{rcl} rocni\_obd(leto),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zelena) \\ rocni\_obd(podzim),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zluta), barva(X, cervena) \end{array}$$

Příklad

Slovně

„V létě má listí zelenou barvu, zatímco na podzim má listí žlutou nebo červenou barvu.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x\Big(\big(rocni\_obd(leto)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zelena)\big)\ \&$$
$$\big(rocni\_obd(podzim)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zluta) \vee barva(X, cervena)\big)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$\begin{array}{rcl} rocni\_obd(leto),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zelena) \\ rocni\_obd(podzim),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zluta), barva(X, cervena) \end{array}$$

Příklad

Slovně

„V létě má listí zelenou barvu, zatímco na podzim má listí žlutou nebo červenou barvu.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall x\Big(\big(rocni\_obd(leto)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zelena)\big)\ \&$$
$$\big(rocni\_obd(podzim)\ \&\ listi(X) \rightarrow barva(X, zluta) \vee barva(X, cervena)\big)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$\begin{array}{rcl} rocni\_obd(leto),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zelena) \\ rocni\_obd(podzim),\ listi(X) & \rightarrow & barva(X, zluta), barva(X, cervena) \end{array}$$

Příklad

Slovně

„Stůl je tvrdý.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X\Big(stul(X) \rightarrow tvrdy(X)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$stul(X) \quad \rightarrow tvrdy(X)$$

nebo $\rightarrow tvrdy(stul)$

Příklad

Slovně

„Stůl je tvrdý."

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X\Big(stul(X) \rightarrow tvrdy(X)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$
\begin{array}{lll}
 & stul(X) & \rightarrow tvrdy(X) \\
\text{nebo} & & \rightarrow tvrdy(stul)
\end{array}
$$

Příklad

Slovně

„Stůl je tvrdý.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X\Big(stul(X) \rightarrow tvrdy(X)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$stul(X) \rightarrow tvrdy(X)$$

nebo

$$\rightarrow tvrdy(stul)$$

Příklad

Slovně

„Když je hezké počasí, děti jdou na procházku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X\Big(pocasi(hezke)\ \&\ dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$pocasi(hezke),\ dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka)$$

Příklad

Slovně

„Když je hezké počasí, děti jdou na procházku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X \Big(pocasi(hezke) \,\&\, dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka) \Big)$$

Klauzulární logika:

$$pocasi(hezke),\ dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka)$$

Příklad

Slovně

„Když je hezké počasí, děti jdou na procházku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X\Big(pocasi(hezke)\ \&\ dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka)\Big)$$

Klauzulární logika:

$$pocasi(hezke),\ dite(X) \rightarrow jde(X, prochazka)$$

Příklad

Slovně

„Musím do školy, protože píšu písemku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$pise(ja, pisemka) \rightarrow musi\_do(ja, skola)$$

Klauzulární logika:

$$\begin{array}{lll} & pise(ja, pisemka) & \rightarrow musi\_do(ja, skola) \\ \text{nebo} & ja(X),\ pise(X, pisemka) & \rightarrow musi\_do(X, skola) \end{array}$$

Příklad

Slovně

„Musím do školy, protože píšu písemku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$pise(ja, pisemka) \rightarrow musi\_do(ja, skola)$$

Klauzulární logika:

$$pise(ja, pisemka) \rightarrow musi\_do(ja, skola)$$

nebo $ja(X), pise(X, pisemka) \rightarrow musi\_do(X, skola)$

Příklad

Slovně

„Musím do školy, protože píšu písemku.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$pise(ja, pisemka) \rightarrow musi\_do(ja, skola)$$

Klauzulární logika:

$$\begin{array}{llll} & pise(ja, pisemka) & \rightarrow musi\_do(ja, skola) \\ \text{nebo} & ja(X),\ pise(X, pisemka) & \rightarrow musi\_do(X, skola) \end{array}$$

Příklad

Slovně

„Děti mladší 10 let půjdou po zelené značce, děti starší půjdou po stejné značce jako dospělí.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X \quad \big(dite(X) \ \& \ vek(X) < 10 \ \rightarrow \ jde\_po(X, zelena)\big)$$

$$\forall X \forall Y \forall Z \quad \big(dite(X) \ \& \ vek(X) >= 10 \ \& \ \& \ dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \ \rightarrow \ jde\_po(X, Z)\big)$$

Klauzulární logika:

$$dite(X), vek(X) < 10 \rightarrow jde\_po(X, zelena)$$

$$dite(X), vek(X) >= 10, dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \rightarrow jde\_po(X, Z)$$

Příklad

Slovně

„Děti mladší 10 let půjdou po zelené značce, děti starší půjdou po stejné značce jako dospělí.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X \quad \big(dite(X) \;\; \& \; vek(X) < 10 \;\rightarrow\; jde\_po(X, zelena)\big)$$

$$\forall X \forall Y \forall Z \quad \big(dite(X) \;\; \& \; vek(X) >= 10 \;\; \& \;\; \& \; dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \;\rightarrow\; jde\_po(X, Z)\big)$$

Klauzulární logika:

$$dite(X), vek(X) < 10 \rightarrow jde\_po(X, zelena)$$

$$dite(X), vek(X) >= 10, dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \rightarrow jde\_po(X, Z)$$

Příklad

Slovně

„Děti mladší 10 let půjdou po zelené značce, děti starší půjdou po stejné značce jako dospělí.“

Predikátová logika v klauzulárním tvaru

$$\forall X \quad \big(dite(X) \;\; \& \; vek(X) < 10 \;\; \rightarrow \;\; jde\_po(X, zelena)\big)$$

$$\forall X \forall Y \forall Z \quad \big(dite(X) \;\; \& \; vek(X) >= 10 \;\; \& \;\; \& \; dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \;\; \rightarrow \;\; jde\_po(X, Z)\big)$$

Klauzulární logika:

$$dite(X), vek(X) < 10 \rightarrow jde\_po(X, zelena)$$

$$dite(X), vek(X) >= 10, dospely(Y), jde\_po(Y, Z) \rightarrow jde\_po(X, Z)$$

Převod z predikátové logiky

$\exists x \quad \forall y \quad \forall z \quad A(x,y,z)$

$A(@X, Y, Z)$

$\forall x \quad \exists y \quad \forall z \quad A(x,y,z)$

$A(X, @Y(X), Z)$

$\forall x \quad \forall y \quad \exists z \quad A(x,y,z)$

$A(X, Y, @Z(X, Y))$

Převod z predikátové logiky

Existenční vazba

$$\exists x \quad \forall y \quad \forall z \quad A(x,y,z)$$

Univerzální vazby

$$A(@X,Y,Z)$$

Existenční vazba

$$\forall x \quad \exists y \quad \forall z \quad A(x,y,z)$$

Univerzální vazby

$$A(X,@Y(X),Z)$$

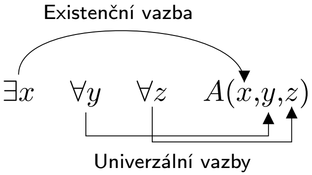
Existenční vazba

$$\forall x \quad \forall y \quad \exists z \quad A(x,y,z)$$

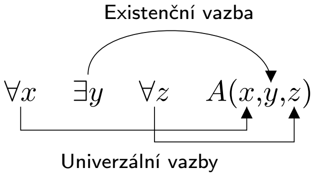
Univerzální vazby

$$A(X,Y,@Z(X,Y))$$

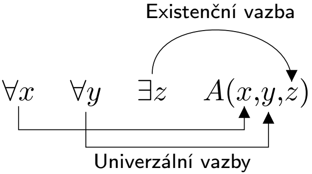
Převod z predikátové logiky



$$A(@X, Y, Z)$$



$$A(X, @Y(X), Z)$$



$$A(X, Y, @Z(X, Y))$$

Existenční konstanty

Příklady

1. Jana něco vlastní (existuje něco, co vlastní Jana).

   $$\rightarrow vlastni(jana, @neco)$$

2. Někdo jde lesem.

   $$\rightarrow jde\_kudy(@nekdo, les)$$

3. Existuje někdo, koho baví logika (někoho baví logika).

   $$\rightarrow bavi(@nekdo, logika)$$

4. Vidím něco modrého.

   $$modre(@c) \rightarrow vidi(ja, @c)$$

Existenční konstanty

Příklady

1. Jana něco vlastní (existuje něco, co vlastní Jana).

$$\rightarrow vlastni(jana, @neco)$$

2. Někdo jde lesem.

$$\rightarrow jde\_kudy(@nekdo, les)$$

3. Existuje někdo, koho baví logika (někoho baví logika).

$$\rightarrow bavi(@nekdo, logika)$$

4. Vidím něco modrého.

$$modre(@c) \rightarrow vidi(ja, @c)$$

Existenční konstanty

Příklady

1. Jana něco vlastní (existuje něco, co vlastní Jana).

$$\rightarrow vlastni(jana, @neco)$$

2. Někdo jde lesem.

$$\rightarrow jde\_kudy(@nekdo, les)$$

3. Existuje někdo, koho baví logika (někoho baví logika).

$$\rightarrow bavi(@nekdo, logika)$$

4. Vidím něco modrého.

$$modre(@c) \rightarrow vidi(ja, @c)$$

Existenční konstanty

Příklady

1. Jana něco vlastní (existuje něco, co vlastní Jana).

$$\rightarrow vlastni(jana, @neco)$$

2. Někdo jde lesem.

$$\rightarrow jde\_kudy(@nekdo, les)$$

3. Existuje někdo, koho baví logika (někoho baví logika).

$$\rightarrow bavi(@nekdo, logika)$$

4. Vidím něco modrého.

$$modre(@c) \rightarrow vidi(ja, @c)$$

Existenční konstanty

Příklady

1. Jana něco vlastní (existuje něco, co vlastní Jana).

$$\rightarrow vlastni(jana, @neco)$$

2. Někdo jde lesem.

$$\rightarrow jde\_kudy(@nekdo, les)$$

3. Existuje někdo, koho baví logika (někoho baví logika).

$$\rightarrow bavi(@nekdo, logika)$$

4. Vidím něco modrého.

$$modre(@c) \rightarrow vidi(ja, @c)$$

Existenční funktory

Kdy použít existenční funktor

„Každý zaměstnanec má svého nadřízeného.“

Existenční funktory

Kdy použít existenční funktor

„Každý zaměstnanec má svého nadřízeného.“

Špatně:

$$zamestnanec(X) \rightarrow nadrizeny(Y, X) \tag{1}$$

$$zamestnanec(X) \rightarrow nadrizeny(@c, X) \tag{2}$$

Existenční funktory

Kdy použít existenční funktor

„Každý zaměstnanec má svého nadřízeného."

Špatně:

$$zamestnanec(X) \rightarrow nadrizeny(Y, X) \quad (1)$$

$$zamestnanec(X) \rightarrow nadrizeny(@c, X) \quad (2)$$

Ve skutečnosti znamená:

1. Každý zaměstnanec má nadřízeného, který je v proměnné Y (tj. všichni jsou nadřízenými všech zaměstnanců).
2. Existuje nadřízený společný všem zaměstnancům.

Existenční funktory

Kdy použít existenční funktor

„Každý zaměstnanec má svého nadřízeného.“

Dobře:

$$zamestnanec(X) \rightarrow nadrizeny(@zam(X), X)$$

Každého nadřízeného vážeme vždy na konkrétního zaměstnance, existenční funktor $@zam(X)$ je interpretován tabulkou.