

III. Ngữ nghĩa của luận lý vị từ

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com

Diễn dịch của 1 công thức

- Xác định một **diễn dịch** I cho công thức F là xác định các yếu tố sau :
 1. Chọn miền đối tượng D.
 2. Định nghĩa các hàm (gán giá trị cho hằng).
 3. Định nghĩa các vị từ của F.

cuu duong than cong . com

Diễn dịch của 1 công thức

Thí dụ : $F = \forall x (p(x) \rightarrow q(f(x), a))$.

F có : hằng a, hàm $f(_)$, vị từ $p(_)$, $q(_, _)$.

Một diễn dịch của F :

Chọn $D = \{1, 2, 3\}$. Chọn hằng $a = 2$.

Chọn $f(1) = 2, f(2) = 1, f(3) = 3$.

Chọn $\{p(1), \neg p(2), \neg p(3)\}$.

Chọn $\{q(1,1), \neg q(1,2), q(1,3),$
 $\neg q(2,1), \neg q(2,2), \neg q(2,3),$
 $q(3,1), \neg q(3,2), q(3,3)\}$.

Diễn dịch của 1 Σ

Thí dụ : $\Sigma = \langle R, F, C \rangle$

$$R = \{\}, F = \{s(_), p(_,_)\}, C = \{\alpha\}.$$

Diễn dịch I :

$$D = \mathbb{Z}^+,$$

$$I(\alpha) = 0.$$

$I(s)$ là hàm suc (phần tử kế) trong $\mathbb{Z}$,

$I(p)$ là hàm + trong $\mathbb{Z}$.

Nếu x được gán 3 thì $s(s(\alpha) + s(x)) = 6$.

Diễn dịch của 1 Σ

Thí dụ : $\Sigma = \langle R, F, C \rangle$.

$R = \{\}$, $F = \{s(_), p(_,_)\}$, $C = \{\alpha\}$.

Diễn dịch I :

$D = \{\text{word} \mid \text{word là từ trên tập ký tự } \{a, b\}\}$,

$l(\alpha) = a$.

$l(s)$ là hàm kết nối ký tự a vào cuối từ,

$l(p)$ là hàm kết nối 2 từ.

Nếu x được gán aba thì

$$s(s(\alpha) + s(x)) = aaabaaa.$$

Diễn dịch của 1 Σ

Thí dụ :

Drinkers paradox^[15]: There is someone in the pub such that if he/she is drinking then everybody in the pub is drinking.

More formally:

$$\exists x (\text{drink}(x) \rightarrow \forall y \text{ drink}(y)).$$

Prove that this formula is valid.

Đánh giá công thức trong 1 dd

- Công thức vị từ $F = \forall x p(x)$.
- Cho diễn dịch I :
 $D = \{1, 2\}, \{p(1), \neg p(2)\}$.
 $\rightarrow F$ gồm $\{p(1), p(2)\}$ với $p(1)$ đúng, $p(2)$ sai.
 $\hookrightarrow$ Vậy F là đúng hay sai trong dd I ?.
- Làm sao xác định tính đúng sai của công thức trong luận lý vị từ ?.

Đánh giá công thức trong 1 dd

- Tính đúng, sai của **công thức đóng** trong một diễn dịch I được xác định nhờ lượng từ.

$\forall x F$ là đúng, nếu F đúng, $\forall x \in D$.

$\exists x F$ là đúng, nếu $F[a/x]$ đúng, $\exists a \in D$.

- ↳ Không xác định được tính đúng, sai trong 1 diễn dịch của **công thức tự do**.
- Khi nói một công thức F là đúng, hay sai nghĩa là đúng hay sai **trong một diễn dịch**.
Diễn dịch có thể không được nhắc đến nhưng phải được ngầm hiểu.

Đánh giá CT đúng trong 1 dd

Thí dụ :

$$F = \forall x \forall y ((p(x) \vee q(y)) \rightarrow (\exists t q(t) \wedge \forall z q(z)))$$

Cho diễn dịch : $D = \{\alpha, \beta\}, \{p(\alpha), \neg p(\beta), q(\alpha), q(\beta)\}$.

- Lấy $x = \alpha$,

- * lấy $y = \alpha : p(\alpha) \vee q(\alpha) \rightarrow (\exists t)q(t) \wedge (\forall z)q(z)$.

$$(1 \vee 1) \rightarrow (1 \wedge 1) = 1.$$

- * lấy $y = \beta : p(\alpha) \vee q(\beta) \rightarrow (\exists t)q(t) \wedge (\forall z)q(z)$.

$$(1 \vee 1) \rightarrow (1 \wedge 1) = 1.$$

Đánh giá CT đúng trong 1 dd

- Lấy $x = \beta$,

* lấy $y = \alpha : (p(\beta) \vee q(\alpha)) \rightarrow (\exists t q(t) \wedge \forall z q(z)).$

$$(0 \vee 1) \rightarrow (1 \wedge 1) = 1.$$

* lấy $y = \beta : (p(\beta) \vee q(\beta)) \rightarrow (\exists t q(t) \wedge \forall z q(z)).$

$$(0 \vee 1) \rightarrow (1 \wedge 1) = 1.$$

Vậy công thức F đúng trong diễn dịch trên.

cuu duong than cong . com



Đánh giá CT đúng trong 1 dd

Thí dụ :

$$F = \forall x \forall y ((p(x) \vee q(y)) \rightarrow (\exists t q(t) \wedge \forall z q(z)))$$

Diễn dịch I :

$$D = \{\alpha, \beta, \gamma\},$$

$$\{p(\alpha), \neg p(\beta), \neg p(\gamma), q(\alpha), q(\beta), \neg q(\gamma)\}.$$

Lấy $x = \alpha$,

$$\text{lấy } y = \alpha : (p(\alpha) \vee q(\alpha)) \rightarrow (\exists t q(t) \wedge \forall z q(z)).$$

$$(1 \vee 1) \rightarrow (1 \wedge 0).$$

Vậy công thức F sai trong diễn dịch I.

Ngữ nghĩa

- Các khái niệm :

Hằng đúng

Hằng sai

Khả đúng-Khả sai

Mô hình

Tương đương (=)

Hệ quả luận lý ($\models$)

được định nghĩa tương tự như trong LLMĐ.

Ngữ nghĩa

Nhận xét :

Các định nghĩa hằng sai, hằng đúng, khả đúng, khả sai, mô hình, tương đương, hệ quả luận lý là working trong LLMĐ nhưng non-working trong LLVT.

cuu duong than cong . com

Công thức tương đương

- F, P là công thức và P không chứa hiện hữu tự do của x (đối với P).

$$1. (\forall x F) \vee P = \forall x (F \vee P)$$

$$1'. (\exists x F) \vee P = \exists x (F \vee P)$$

$$2. (\forall x F) \wedge P = \forall x (F \wedge P)$$

$$2'. (\exists x F) \wedge P = \exists x (F \wedge P)$$

cuu duong than cong . com

Công thức tương đương

Chứng minh : $(\forall x F) \vee P = \forall x (F \vee P)$

Tương đương với việc chứng minh 2 bài toán :

$$1. (\forall x F) \vee P \models \forall x (F \vee P)$$

$$2. \forall x (F \vee P) \models (\forall x F) \vee P$$

Các công thức tương đương khác được chứng minh tương tự.

[cuu duong than cong . com](http://cuuduongthancong.com)

Công thức tương đương

Chứng minh : $(\forall x F) \vee P \models \forall x (F \vee P)$

Lấy 1 mô hình I của $(\forall x F) \vee P$.

Nếu $(\forall x F)$ đúng thì $F[\alpha/x] \vee P$ đúng $\forall \alpha \in D_I$
(D_I là miền đối tượng của I).

Do đó $\forall x (F \vee P)$ đúng.

Nếu $(\forall x F)$ sai thì P phải đúng.

Do đó $F[\alpha/x] \vee P$ đúng $\forall \alpha \in D_I$,

hay $\forall x (F \vee P)$ đúng.

Vậy $(\forall x F) \vee P \models \forall x (F \vee P)$

Công thức tương đương

Thí dụ :

$$(\forall x p(x)) \vee q(y) = \forall x (p(x) \vee q(y))$$

$$(\exists x p(x) \wedge q(x)) \vee r(y) = \exists x ((p(x) \wedge q(x)) \vee r(y))$$

$$(\forall x p(x)) \wedge q(x, y) \neq \forall x (p(x) \wedge q(x, y))$$

vì q chứa hiện hữu tự do của x.

$$q(y, z) \wedge \exists x p(x, y) = \exists x (q(y, z) \wedge p(x, y))$$

cuu duong than cong . com

Hội giao mở rộng

- Hội, giao mở rộng.

Ký hiệu $\bigcap_{i \in I} A_i = A_1 \cap A_2 \cap A_3$,

$\bigcup_{i \in I} A_i = A_1 \cup A_2 \cup A_3$, với $I = \{1, 2, 3\}$

Định nghĩa giao mở rộng :

$$x \in \bigcap_{i \in I} A_i \leftrightarrow \forall i (x \in A_i)$$

Định nghĩa hội mở rộng :

$$x \in \bigcup_{i \in I} A_i \leftrightarrow \exists i (x \in A_i)$$

Công thức tương đương

Thí dụ minh họa ứng dụng công thức

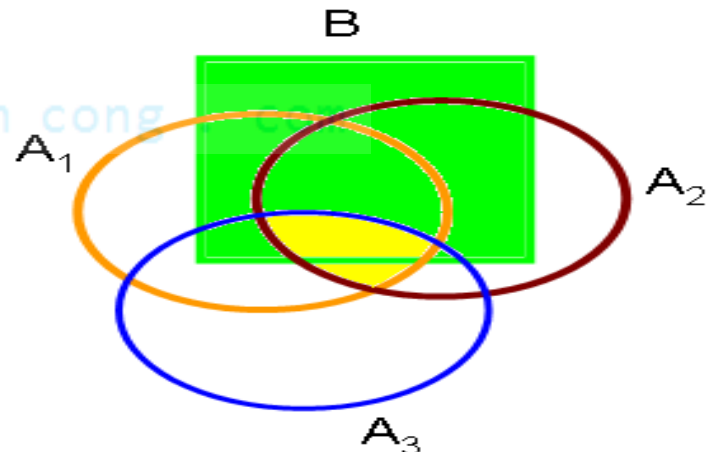
$$(\forall x F) \vee P = \forall x (F \vee P)$$

A_1, A_2, A_3, B là các tập hợp.

Đặt $I = \{1, 2, 3\}$ và $B_i = (A_i \cup B)$

$$(A_1 \cap A_2 \cap A_3) \cup B = (A_1 \cup B) \cap (A_2 \cup B) \cap (A_3 \cup B)$$

viết lại $\cap A_i \cup B = \cap B_i$.



Công thức tương đương

Thí dụ :

Chứng minh $\cap A_i \cup B \subseteq \cap B_i$.

Lấy $x \in \cap A_{i \in I} \cup B$,

$\rightarrow (x \in \cap A_{i \in I}) \vee (x \in B)$

$\rightarrow \forall i (x \in A_i) \vee (x \in B)$

Đặt $p(i) = "x \in A_i"$, $q = "x \in B"$

$\rightarrow \forall i p(i) \vee q$

$\rightarrow \forall i (p(i) \vee q)$ vì $((\forall x F) \vee Q = \forall x (F \vee Q))$

$\rightarrow x \in \cap B_i$.

Công thức tương đương

Nhận xét :

$$\forall i (x \in A_i) \vee (x \in B) = \forall i ((x \in A_i) \vee (x \in B)).$$

Câu hỏi :

i và x có phải là biến hay không ?.

cuu duong than cong . com



Công thức tương đương

$$3. \neg(\forall x F) = \exists x \neg F$$

$$3'. \neg(\exists x F) = \forall x \neg F$$

Thí dụ :

$$\neg(\forall x p(x, y)) = \exists x \neg p(x, y)$$

$$\neg(\exists x p(x)) = \forall x \neg p(x)$$

cuu duong than cong . com

Công thức tương đương

Nhận xét :

Luật Morgan trong LLVT giống như trong LLMĐ

$$\neg(F \vee G) = \neg F \wedge \neg G$$

$$\neg(F \wedge G) = \neg F \vee \neg G$$

Thí dụ :

$$\neg(\forall x p(x) \vee \exists y q(y)) = (\exists x \neg p(x) \wedge \forall y \neg q(y))$$

$$\neg(\forall x p(x) \rightarrow \exists y q(y)) = (\forall x p(x) \wedge \forall y \neg q(y))$$

Công thức tương đương

Chú ý :

- Trong thực tế khi sử dụng các lượng từ thường được viết kèm theo **miền xác định của biến**.

Thí dụ :

Định nghĩa giao mở rộng :

$$\bigcap_{i \in I} A_i = \{ x \mid (\forall i \in I) (x \in A_i) \}$$

- Do đó khi lấy phủ định sẽ là

$$\neg((\forall x \in I) (x \in A_i)) = (\exists x \in I) (x \notin A_i)$$

Công thức tương đương

$$4. \forall x (F \wedge H) = (\forall x F) \wedge (\forall x H)$$

$$4'. \exists x (F \vee H) = (\exists x F) \vee (\exists x H)$$

Thí dụ :

$$\forall x (x_* \in A \wedge x_* \in B) = \forall x (x_{**} \in A) \wedge \forall x (x_{**} \in B)$$

$$\exists x (x \in A \vee x \in B) = \exists x (x \in A) \vee \exists x (x \in B)$$

Các hiện hữu của x tại các vị trí $(*)$ phải lấy cùng 1 giá trị trong mọi lúc, nhưng các hiện hữu tại $(**)$ không cần phải lấy cùng 1 giá trị tại cùng một thời điểm.

Công thức tương đương

$$5. \models (\forall x F \vee \forall x H) \rightarrow \forall x (F \vee H)$$

$$5'. \models \exists x (F \wedge H) \rightarrow (\exists x F \wedge \exists x H)$$

Thí dụ :

A_i, B_i là các tập hợp lấy chỉ số trên I .

$$\forall i (x \in A_i) \vee \forall i (x \in B_i) \models \forall i (x \in A_i \vee x \in B_i).$$

$$\forall i (x \in A_i \vee x \in B_i) \not\models \forall i (x \in A_i) \vee \forall i (x \in B_i).$$

$$\exists i (x \in A_i \wedge x \in B_i) \models (\exists i, x \in A_i) \wedge (\exists i, x \in B_i).$$

$$\exists i (x \in A_i) \wedge \exists i (x \in B_i) \not\models (\exists i, x \in A_i \wedge x \in B_i).$$

Công thức tương đương

ng minh $\cap(A_i \cup B_i) = (\cap A_i) \cup (\cap B_i)$,
với A_i, B_i là các tập hợp.

$$\text{Lấy } x \in \cap(A_i \cup B_i) \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow (\forall i) (x \in A_i \cup B_i) \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow (\forall i) (\underline{x \in A_i} \vee \underline{x \in B_i}) \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow (\underline{(\forall i) (x \in A_i)}) \vee (\underline{(\forall i) (x \in B_i)}) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \underline{x \in (\cap A_i)} \vee \underline{x \in (\cap B_i)} \quad (5)$$

$$\Leftrightarrow x \in \underline{(\cap A_i) \cup (\cap B_i)} \quad (6)$$

Chứng minh có lỗi ?.

Công thức tương đương

ng minh $\cap(A_i \cup B_i) = (\cap A_i) \cup (\cap B_i)$.

$$\text{Lấy } x \in \cap(A_i \cup B_i) \quad (1)$$

$$\Leftrightarrow (\forall i) (x \in A_i \cup B_i) \quad (2)$$

$$\Leftrightarrow (\forall i) (\underline{x \in A_i} \vee \underline{x \in B_i}) \quad (3)$$

$$\Leftrightarrow (\underline{(\forall i) (x \in A_i)} \vee \underline{(\forall i) (x \in B_i)}) \quad (4)$$

$$\Leftrightarrow \underline{x \in (\cap A_i)} \vee \underline{x \in (\cap B_i)} \quad (5)$$

$$\Leftrightarrow x \in \underline{(\cap A_i) \cup (\cap B_i)} \quad (6)$$

Dòng (3) chuyển xuống (4) sai.

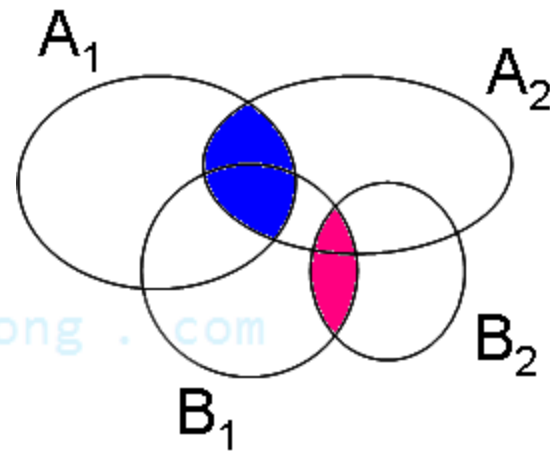
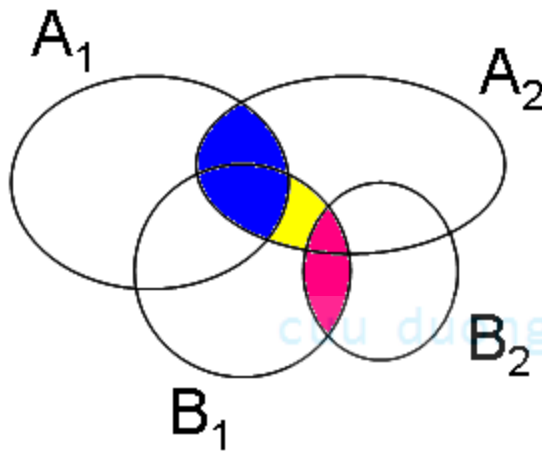
có : $\cap(A_i \cup B_i) \supset (\cap A_i) \cup (\cap B_i)$.

Công thức tương đương

Thí dụ minh họa :

số $I = \{1, 2\}$.

$$(A_1 \cup B_1) \cap (A_2 \cup B_2) \not\subset (A_1 \cap A_2) \cup (B_1 \cap B_2).$$



Công thức tương đương

$$6. \forall x (\forall y H) = \forall y (\forall x H)$$

$$6'. \exists x (\exists y H) = \exists y (\exists x H)$$

$$7. \models \forall x H \rightarrow \exists x H$$

Thí dụ :

$$\forall x \forall y p(x, y) = \forall y \forall x p(x, y)$$

$$\exists x \exists y (p(x) \wedge q(y)) = \exists y \exists x (p(x) \wedge q(y))$$

Chú thích :

Người ta thích viết $\forall x \forall y H$ thay vì $\forall x (\forall y H)$.

Đọc thêm [4]

Công thức tương đương

Nhận xét :

Không thể hoán vị các lượng từ $\forall$ và $\exists$.

Thí dụ :

$p(x,y)$ là “số nguyên x bằng số nguyên y ”.

$\forall y \exists x p(x, y)$ đúng, nhưng

$\exists x \forall y p(x, y)$ sai.

Câu hỏi :

2 công thức trên đúng và sai trong diễn dịch nào ?.

Công thức tương đương

Nhận xét :

Có trường hợp hoán vị được lượng từ $\forall$ và $\exists$.

Thí dụ :

$$F = \forall x p(x) \vee \exists y q(y)$$

Cách 1.

$$F = \forall x (p(x) \vee \exists y q(y))$$

$$F = \forall x \exists y (p(x) \vee q(y))$$

Cách 2.

$$F = \exists y (\forall x p(x) \vee q(y))$$

$$F = \exists y \forall x (p(x) \vee q(y)).$$

Công thức tương đương

Nhận xét :

$$\models \exists x \forall y K \rightarrow \forall y \exists x K \quad (*)$$

$$\not\models \forall y \exists x K \rightarrow \exists x \forall y K \quad (**)$$

Chứng minh (*) ?

(*) tương đương với $\exists x \forall y K \models \forall y \exists x K$.

(**) tương đương với $\forall y \exists x K \not\models \exists x \forall y K$.

Công thức tương đương

$$\models \exists x \forall y K \rightarrow \forall y \exists x K$$

Chứng minh

Lấy 1 diễn dịch I.

Nếu $\exists x \forall y K$ đúng.

Giả sử $\forall y \exists x K$ sai, nghĩa là $\exists y_0 \exists x K$ sai, hay $\exists x \exists y_0 K$ sai.

Mâu thuẫn với $\exists x \forall y K$ đúng.

Vậy $\forall y \exists x K$ đúng.

Cục bộ > Toàn bộ

- Lượng từ toàn bộ không ảnh hưởng đến phạm vi của lượng từ cục bộ.
- ↳ Có thể đổi tên biến của lượng từ cục bộ và các hiện hữu nằm trong phạm vi ảnh hưởng của nó.

Thí dụ :

$$\begin{aligned} F &= \forall x (p(x) \rightarrow \exists x q(x)) \\ &= \forall x (p(x) \rightarrow \exists y q(y)). \end{aligned}$$

Dạng chuẩn Prenex

- Dạng chuẩn Prenex có dạng :

$$F = (Q_1 x_1) \dots (Q_n x_n) M$$

M là CT không chứa lượng từ (quantifier-free).

Q_i là $\forall$ hoặc $\exists$.

Thí dụ :

$$F = \exists x \exists y (\neg p(x) \vee q(y))$$

$$G = \forall x \exists y (p(x) \rightarrow q(y))$$

$$H = \exists x \exists y (\neg p(x) \vee q(y))$$

F, G, H đang ở dạng chuẩn Prenex.

Dạng chuẩn Prenex

Qui trình chuyển về dạng chuẩn Prenex :

1. Thay thế toán tử $\rightarrow$ bằng $\vee$, sử dụng công thức tương đương $X \rightarrow Y = \neg X \vee Y$.
2. Đẩy tất cả lượng từ ra phía trái (nếu cần thì đổi tên biến cục bộ).

cuu duong than cong . com

Dạng chuẩn Prenex

Thí dụ :

Chuyển về dạng chuẩn Prenex :

$$F = \forall x (p(x) \rightarrow \exists x \forall y (q(y) \vee r(x)))$$

$$F = \forall x (\neg p(x) \vee \exists x \forall y (q(y) \vee r(x)))$$

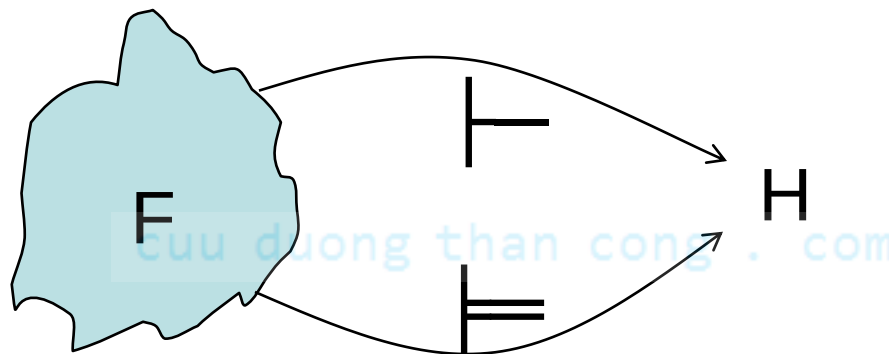
Đổi tên biến cục bộ.

$$F = \forall x (\neg p(x) \vee \exists z \forall y (q(y) \vee r(z)))$$

$$F = \forall x \exists z \forall y (\neg p(x) \vee (q(y) \vee r(z))).$$

Soundness & Completeness

- Tương quan giữa 2 khái niệm $\vdash$ và $\models$ H.



Định lý (soundness).

Nếu $F \vdash H$ thì $F \models H$.

Định lý (completeness).

Nếu $F \models H$ thì $F \vdash H$.

Soundness

- Thử tục để có $F \vdash H$ được gọi là sound nếu có $F \vdash H$ thì $F \models H$.
- Một số trường hợp, thử tục có tính sound không tìm thấy lời giải, mặc dù lời giải tồn tại (*).

cuu duong than cong . com

(*) Description Logics Deduction in Propositional Logic
Enrico Franconi, franconi@cs.man.ac.uk
<http://www.cs.man.ac.uk/~franconi>



Completeness

- Thủ tục để có $F \vdash H$ được gọi là complete nếu $F \models H$ thì có $F \vdash H$.
- Một số trường hợp, thủ tục có tính complete nói có thể tìm thấy lời giải, mặc dù lời giải không tồn tại (*).

cuu duong than cong . com

(*) Description Logics Deduction in Propositional Logic
Enrico Franconi, franconi@cs.man.ac.uk
<http://www.cs.man.ac.uk/~franconi>

Bài tập

Chương 3 : Luận lý vị từ

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com



Miền đối tượng

1. Thế giới thật có các đối tượng sau :

$D = \{ \text{ , } \bullet, \blacksquare, \blacklozenge \}$, hằng : cMinh, hàm : fnón(_).

Vị từ : ptrên(_, _), ptròn(_), pvuông(_), pthoi(_).

Cho 1 diễn dịch I :

$D = \{ \text{ , } \bullet, \blacksquare, \blacklozenge \}$,

cMinh = .

$\text{ptrên} = \{(\blacksquare, \text{ }), (\bullet, \blacklozenge)\}$.

$\text{ptròn} = \{\bullet\}$.

$\text{pthoi} = \{\blacksquare, \blacklozenge\}$.

$\text{pvuông} = \{\blacksquare\}$.

$\text{fnón} = \{(\text{ , } \bullet), (\blacklozenge, \blacksquare), (\bullet, \bullet), (\blacksquare, \blacksquare)\}$

Miền đối tượng

- a. Hãy đánh giá các CT sau trong diễn dịch I :
- $p_{\text{vông}}(c_{\text{Minh}}),$
 $p_{\text{trên}}(c_{\text{Minh}}, f_{\text{nón}}(c_{\text{Minh}})),$
 $\exists x \text{ } p_{\text{vông}}(x),$
 $\forall x \exists y (p_{\text{trên}}(x, y) \rightarrow p_{\text{trên}}(y, x))$ trong dd I.
- b. Chứng minh KB dẫn xuất H :
- KB : $\forall x (p_{\text{vông}}(x) \rightarrow p_{\text{thoi}}(x)) \wedge$
 $(\forall x)(p_{\text{tròn}}(x) \rightarrow \neg p_{\text{thoi}}(x)).$
- H = $\forall x (p_{\text{tròn}}(x) \rightarrow \neg p_{\text{thoi}}(x)).$

Diễn dịch

2. Cho diễn dịch I có :

$$D = \{a, b\},$$

$$\{p(a, a), \neg p(a, b), \neg p(b, a), p(b, b)\}.$$

Đánh giá các công thức sau :

a. $\forall x \exists y p(x, y)$

b. $\forall x \forall y p(x, y)$

c. $\exists x \forall y p(x, y)$

d. $\exists y \neg p(a, y)$

e. $\forall x \forall y (p(x, y) \rightarrow p(y, x))$

f. $\forall x p(x, x)$

Diễn dịch

3. Tìm một diễn dịch trên $D = \{a, b\}$ để công thức

$F = \forall x \forall y (p(x, y) \rightarrow p(y, x))$ có giá trị sai.

4. Cho diễn dịch I :

$D = \{1, 2\}$, $a = 1$, $b = 2$, $f(1) = 2$, $f(2) = 1$,

$\{p(1, 1), p(1, 2), \neg p(2, 1), \neg p(2, 2)\}$.

Đánh giá công thức sau trong diễn dịch I :

a. $p(a, f(a)) \wedge p(b, f(b))$

b. $\forall x \exists y p(y, x)$

c. $\forall x \forall y (p(x, y) \rightarrow p(f(x), f(y)))$.

Dạng chuẩn Prenex

5. Tìm dạng chuẩn Prenex của các công thức :

a. $\neg(\forall x p(x)) \rightarrow \exists y \forall z q(y, z)$

b. $\neg(\forall x p(x) \rightarrow \exists y p(y)).$

c. $\forall x \forall y (\exists z p(x,y,z) \wedge (\exists u q(x,u) \rightarrow \exists v q(y,v))).$

6. Cho biết $\models \exists x H \rightarrow H[a/x]$ có hằng đúng hay không với a là một hằng.

cuu duong than cong . com

Hết slide

cuu duong than cong . com

cuu duong than cong . com