



PHÉP TOÁN QUAN HỆ

Relational Calculus

*Ng Đức Thuận
BM Hệ thống Thông Tin
Đ.H Nha Trang*



Kiến thức cơ sở liên quan

- Logic vị từ (Predicate Logic)
- Logic vị từ bậc nhất (first order Predicate logic)

Phép toán quan hệ

- Đại số quan hệ:
 - Cung cấp các **phép toán xây dựng** quan hệ từ các quan hệ đã có
- Phép toán quan hệ
 - Cung cấp những **ký hiệu** để **định nghĩa** quan hệ từ các quan hệ đã có

Phép toán quan hệ

- Có 2 loại ngôn ngữ tân từ:
 - Ngôn ngữ tân từ biến bộ
 - **TRC** : Tuple relational calculus
 - Các biến theo các bộ dữ liệu. Đại diện là QUEL.
 - Ngôn ngữ tân từ biến miền
 - **DRC** : Domain relational calculus
 - Các biến theo các phần tử của miền dữ liệu. Đại diện là QBE.

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- Biến bộ (*Tuple variable*)
 - Giá trị có thể nhận được của 1 biến bộ là 1 bộ (bản ghi)
 - Miền trị của 1 biến bộ là 1 quan hệ
- Câu hỏi có dạng $\{T \mid p(T)\}$
 - T = biến bộ
 - $p(T)$ = công thức mô tả T
- Kết quả là tập các bộ t mà $p(t)$ thỏa mãn, khi $T=t$

Phép toán quan hệ

- Phép toán quan hệ có

- biến, hằng
- Phép toán so sánh ($<, >, =, \geq, \neq, \leq$),
- Liên kết logic ($\wedge, \vee, \neg, \Rightarrow$)
- Lượng tử (\exists, \forall)

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

○ Ví dụ

Reserves

| <u>sid</u> | <u>bid</u> | <u>day</u> |
|------------|------------|------------|
| 22 | 101 | 10/10/96 |
| 58 | 103 | 11/12/96 |

Sailors

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- Thí dụ : Tìm thủy thủ có tần suất (*rating*) trên 7

$$\{S | S \in Sailors \wedge S.rating > 7\}$$

Có tài liệu viết:

$$\{S | Sailors(S) \wedge S.rating > 7\}$$

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- Công thức tổng quát một biểu thức của phép tính biến bộ:

$$\{t_1.A_1, t_2.A_2, \dots, t_n.A_n \mid p(t_1, t_2, \dots, t_n)\}$$

*Trong đó các t_i không nhất thiết khác nhau
 A_i là các thuộc tính*

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- $P(t)$ là một công thức
- Công thức được xây dựng từ các công thức nguyên tố
- Các công thức nguyên tố có thuộc 1 trong những dạng sau:
 - $r(t)$ hay $r \in t$
 - $t_1.A \Theta t_2.B, t_1.A \Theta c$
 - Θ : là các phép so sánh

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- Nếu F_1, F_2, \dots, F_n là các công thức, thì:
 - $F_1 \wedge F_2, F_1 \vee F_2, F_1 \Rightarrow F_2, \neg F_1$ là các công thức

Một số công thức đã biết

- $F_1 \Rightarrow F_2 \approx \neg F_1 \vee F_2,$
- $(\neg F_1 \Rightarrow F_2) \approx F_1 \vee F_2$
- $\neg(\forall x \neg F_1) \approx \exists x F_1$

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

○ Terms

- Gắn -- lượng tử \exists và \forall gắn với biến R .
- Tự do – biến là tự do khi không gắn với lượng tử

○ F là công thức có dạng $\exists R(p(R))$, và có sự gán các bộ cho biến tự do trong $p(R)$, bao gồm biến R làm cho công thức $p(R)$ true;

○ F là công thức có dạng $\forall R(p(R))$, và có sự gán các bộ cho biến tự do trong $p(R)$, bao gồm biến R làm cho công thức $p(R)$ true không liên quan đến bộ nào được gán cho R .

Ngôn ngữ tân từ biển bộ - TRC

Ví dụ Reserves

| <u>sid</u> | <u>bid</u> | <u>day</u> |
|------------|------------|------------|
| 22 | 101 | 10/10/96 |
| 58 | 103 | 11/12/96 |

Sailors

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

Tìm tên và tuổi của thủy thủ có tần suất trên 7

Tìm tên thủy thủ phục vụ tàu 103

Tìm tên thủy thủ đã từng phục vụ tàu đỏ

Tìm thủy thủ phục vụ tất cả các tàu

Tìm các thủy thủ đã làm việc trên tất cả
tàu đỏ

Boats

| bid | bname | color |
|-----|-----------|-------|
| 101 | interlake | red |
| 103 | marine | green |

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

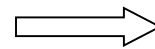
Tìm tên và tuổi của thủy thủ có tần suất trên 7

$\{P \mid \exists S \in \text{Sailors} (S.\text{rating} > 7 \wedge P.\text{name} = S.\text{sname} \wedge P.\text{age} = S.\text{age})\}$

P là biến bộ có hai trường *name* và *age*.

- Hai trường là trường duy nhất trong P

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |



| name | age |
|--------|------|
| Lubber | 55.0 |
| rusty | 35.0 |



Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

- Tìm tên thủy thủ phục vụ tàu 103

$\{ P \mid \exists S \in \text{Sailors} \exists R \in \text{Reserves} (R.\text{sid} = S.\text{sid} \wedge R.\text{bid} = 103 \wedge P.\text{sname} = S.\text{sname}) \}$



Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

Tìm tên thủy thủ đã từng phục vụ tàu đỏ

$$\{P \mid \exists S \in \text{Sailors} \exists R \in \text{Reserves} \exists B \in \text{Boats} \\ (R.sid = S.sid \wedge B.bid = R.bid \wedge B.color = 'red' \\ \wedge P.sname = S.sname)\}$$

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

Tìm tất cả các bộ sailor S mà có bộ R trong Reserves và B trong quan hệ Boats, để $R.sid = S.sid \wedge B.bid = R.bid \wedge B.color = 'red'$

$\{ P \mid \exists S \in \text{Sailors } \exists R \in \text{Reserves } (R.sid = S.sid \wedge P.sname = S.sname \wedge \exists B \in \text{Boats}(B.bid = R.bid \wedge B.color = 'red')) \}$



Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

Tìm thủy thủ đã phục vụ trên tất cả các tàu

$\{ P \mid \exists S \in \text{Sailors } \forall B \in \text{Boats } (\exists R \in \text{Reserves } (S.\text{sid} = R.\text{sid} \wedge R.\text{bid} = B.\text{bid} \wedge P.\text{sname} = S.\text{sname})) \}$

Ngôn ngữ tân từ biến bộ - TRC

• Tìm thủy thủ phục vụ tất cả các tàu đỏ

- về logic $p \Rightarrow q$ tương đương $\neg p \vee q$

$\{ P \mid \exists S \in \text{Sailors } \forall B \in \text{Boats } (B.\text{color} = \text{'red'}$
 $\Rightarrow (\exists R \in \text{Reserves } (S.\text{sid} = R.\text{sid} \wedge R.\text{bid} = B.\text{bid}))) \}$

Hoặc

$\{ P \mid \exists S \in \text{Sailors } \forall B \in \text{Boats } (B.\text{color} \neq \text{'red'} \vee (\exists R \in$
 $\text{Reserves } (S.\text{sid} = R.\text{sid} \wedge R.\text{bid} = B.\text{bid}))) \}$

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

Câu hỏi có dạng

$$\left\{ \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle) \right\}$$

○ Kết quả là các bộ

$$\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle$$

○ Thỏa điều kiện

$$p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle)$$

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

○ Công thức nguyên tử

- $\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \in \text{Rel}$, trong đó Rel là quan hệ có n biến
- $X \text{ op } Y$
- $X \text{ op hằng số}$
- op là một trong các phép so sánh ($<, >, =, \geq, \neq, \leq$),

○ Xác định đệ quy

- $\neg p, \quad p \wedge q, \quad p \vee q, \quad p \Rightarrow q$, trong đó p, q là công thức
- $\exists X(p(X))$, trong đó X là biến miền
- $\forall X(p(X))$, trong đó X là biến miền

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

- Việc sử dụng lượng tử $\exists X$ và $\forall X$ trong công thức được gọi là ràng buộc X (bind X). Biến không bị buộc là biến tự do.
- Xét lại định nghĩa về câu hỏi

$$\left\{ \langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle \mid p(\langle x_1, x_2, \dots, x_n \rangle) \right\}$$

- ❖ Điều hạn chế quan trọng là các biến x_1, \dots, x_n bên trái dấu `|` cần là biến tự do duy nhất trong công thức $p(\dots)$.

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

Tìm thủy thủ có tần suất làm việc trên 7

| sid | sname | rating | age |
|-----|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

$$\left\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \textit{Sailors} \wedge T > 7 \right\}$$

biến miền dữ liệu I , N , T và A là bị buộc vào các trường của các bộ Sailors.

- Mỗi bộ $\langle I, N, T, A \rangle \in \textit{Sailors}$ thỏa mãn $T > 7$ có trong kết quả.

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

Tìm thủy thủ đã làm việc trên tàu 103 có tần suất > 7

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Sailors} \wedge T > 7 \wedge$$

$$\exists Ir, Br, D \left(\langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Reserves} \wedge Ir = I \wedge Br = 103 \right) \}$$

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

| <u>sid</u> | <u>bid</u> | <u>day</u> |
|------------|------------|------------|
| 22 | 101 | 10/10/96 |
| 58 | 103 | 11/12/96 |

| bid | bname | color |
|-----|-----------|-------|
| 101 | interlake | red |
| 103 | marine | green |

- Đã dùng $\exists Ir, Br, D (\dots)$ thay cho $\exists Ir (\exists Br (\exists D (\dots)))$
- Lưu ý rằng việc dùng \exists để tìm bộ trong Reserves được nối với Sailors

$$\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Sailors} \wedge T > 7$$

$$\wedge \exists Ir, Br, D$$

$$(\langle Ir, 103, D \rangle \in \text{Reserves} \wedge Ir = I) \}$$

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

Tìm thủy thủ đã làm việc trên tàu đỏ có tần suất > 7

$$\begin{aligned} & \{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Sailors} \wedge T > 7 \wedge \\ & \quad \exists Ir, Br, D \left(\langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Reserves} \wedge Ir = I \wedge \right. \\ & \quad \left. \exists B, BN, C \left(\langle B, BN, C \rangle \in \text{Boats} \wedge B = Br \wedge C = 'red' \right) \right) \} \end{aligned}$$

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

| <u>sid</u> | <u>bid</u> | <u>day</u> |
|------------|------------|------------|
| 22 | 101 | 10/10/96 |
| 58 | 103 | 11/12/96 |

| bid | bname | color |
|-----|-----------|-------|
| 101 | interlake | red |
| 103 | marine | green |

- Lưu ý cách dùng ngoặc để chỉ phạm vi của lượng từ
- Có thể viết lại, với RED là hằng BN = red

Ngôn ngữ tân từ biến miền - DRC

Tìm thủy thủ đã làm việc trên tất cả các tàu

$$\left\{ \langle I, N, T, A \rangle \mid \langle I, N, T, A \rangle \in \text{Sailors} \wedge \right. \\ \left. \forall \langle B, BN, C \rangle \in \text{Boats} \right. \\ \left. \left(\exists \langle Ir, Br, D \rangle \in \text{Reserves} (I = Ir \wedge Br = B) \right) \right\}$$

| <u>sid</u> | sname | rating | age |
|------------|--------|--------|------|
| 22 | dustin | 7 | 45.0 |
| 31 | lubber | 8 | 55.5 |
| 58 | rusty | 10 | 35.0 |

| <u>sid</u> | <u>bid</u> | <u>day</u> |
|------------|------------|------------|
| 22 | 101 | 10/10/96 |
| 58 | 103 | 11/12/96 |

| bid | bname | color |
|-----|-----------|-------|
| 101 | interlake | red |
| 103 | marine | green |

Kết luận

- Phép toán quan hệ không hướng tính toán, mà mô tả. Người dùng xác định câu hỏi theo cách họ muốn, không theo cách tính toán ra sao.