

ダウンロード版

データベース問題 (7)

学籍番号 _____ 氏名 _____ 学年 _____ 学科 _____.

1. θ -結合演算 $R[A_i \theta B_j]S$ を, 直積演算 $R \times S$ と, θ -選択演算を使って定義しなさい.

2. リレーション $R(A, B, C)$, リレーション $S(C, D)$ に関する問題.

(1) リレーション R と S の結合属性は何か?

※ この問題では, $\text{dom}(A) = \text{dom}(B) = \text{dom}(C) = \text{dom}(D)$ であると考えなさい.

※ 属性 A のドメインを $\text{dom}(A)$ のように書いている.

(試験の範囲外)

(2) リレーション R と S の自然結合演算(natural join)を, 例を使って説明しなさい

※ 「例を使って説明しなさい」という問題について, 例だけが書いてあって説明が無い場合や, 例が間違っている場合には本試験では 0 点になる.

(3) リレーション R と S の商演算(division)を, 例を使って説明しなさい

(試験の範囲外)

3. 3つのリレーション「履修（科目番号，学籍番号，成績）」，「科目（科目番号，科目名，単位数）」，「学生（学籍番号，氏名，専攻，住所）」に対する下記のリレーショナル代数式の意味を説明しなさい

(1) 履修[科目番号 = '005'] ※ 選択

(2) 履修[学籍番号, 成績] ※ 射影

(3) (履修[科目番号 = '005']) [学籍番号, 成績] ※ 選択と射影の組み合わせ

(4)((履修[学籍番号 = '00100']) * 科目) [科目番号, 科目名, 成績]
※ 自然結合と選択と射影の組み合わせ

(5)((科目 * 履修) * (学生[専攻 = '情報工学'])) [科目番号, 科目名]
※ 自然結合と選択と射影の組み合わせ

データベース (7)

■ 結合演算

$R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ と $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ をリレーションとする. R の属性 A_i と S の属性 B_j 上の θ -結合演算を「 $R[A_i \theta B_j]S$ 」と書く. 定義は次の通りである. (θ は 2 項述語であることに注意せよ).

$R[A_i \theta B_j]S$ は, R と S の直積集合 ($R \times S$) の中から「 $R.A_i \theta S.B_j$ 」を満足する要素を選んだもの

つまり, θ -結合演算は, 直積演算と, θ -選択演算を使って, 次のように定義することもできる.

$$R[A_i \theta B_j]S = (R \times S) [R.A_i \theta S.B_j]$$

θ -結合演算「 $R[A_i \theta B_j]S$ 」を SQL を用いて書くと次の通りである.

```
SELECT *
FROM R, S
WHERE <Ai  $\theta$  Bj>
```

※ (参考) リレーショナル代数式を使って次のように書くことができる.

$$R[A_i \theta B_j]S = \{ (t, u) \mid t \in R \wedge u \in S \wedge t[A_i] \theta u[B_j] \}$$

但し, 「 (t, u) 」と書いているのは, $t = (a_1, a_2, \dots, a_n)$, $u = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ とするときに, $(t, u) = (a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m)$ なる $n+m$ 項のタプルである.

※ 「 $R[A_i \theta B_j]S$ 」の代わりに「 $R \bowtie_{A_i \theta B_j} S$ 」のような書き方をすることもある.

※ ここでは, R の単一の属性 A_i と S の単一の属性 B_j の結合演算の説明にとどめる. 複数の属性での結合演算については, テキストのページ 68.

■ 結合属性

$R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ と $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ をリレーションとする. この 2 つのリレーションの共通属性 $C_1, C_2, \dots, C_k$ は次の性質を満たす.

(1) $\{A_1, A_2, \dots, A_n\} \cap \{B_1, B_2, \dots, B_m\} = \{C_1, C_2, \dots, C_k\}$

(2) 各 C_i ($1 \leq i \leq k$) について, 元のリレーション R と S におけるドメインが等しい. つまり

$$\text{dom}(R.C_i) = \text{dom}(S.C_i)$$

共通属性のことを結合属性ともいう.

※ 結合属性のことを結合演算と混同しないように.

■ 自然結合演算

$R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ と $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ をリレーションとする. R と S の自然結合演算を「 $R * S$ 」と書く. 自然結合演算は, 結合演算と, 射影演算を使って, 次のように表すことができる.

$$R * S = (R[C_1 = C_1, C_2 = C_2, \dots, C_k = C_k]S) [A_1, A_2, \dots, A_n, D_1, D_2, \dots, D_{m-k}],$$

但し, $C_1, C_2, \dots, C_k$ は, A と B の結合属性.

また, $\{B_1, B_2, \dots, B_m\} - \{C_1, C_2, \dots, C_k\} = \{D_1, D_2, \dots, D_{m-k}\}$ とする.

※ 「 $R * S$ 」の代わりに「 $R \bowtie S$ 」のように書くこともある.

■ 商演算

$R(A_1, A_2, \dots, A_{n-m}, B_1, B_2, \dots, B_m)$ を n 次のリレーション, $S(B_1, B_2, \dots, B_m)$ を m 次のリレーションとする (但し, $m < n$). R を S で割った商を「 $R \div S$ 」と書く. 定義は次の通りである.

$$R \div S = \{ t \mid t \in R[A_1, A_2, \dots, A_{n-m}] \wedge (\forall u \in S) ((t, u) \in R) \}$$

但し, 「 (t, u) 」と書いているのは, $t = (a_1, a_2, \dots, a_{n-m})$, $u = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ とするときに, $(t, u) = (a_1, a_2, \dots, a_{n-m}, b_1, b_2, \dots, b_m)$ なる n 項のタプルである. 「 $\forall$ 」は, 全称作用素であり, 全て (for all) を表す.

「 $R[A_1, A_2, \dots, A_{n-m}]$ 」と書いているのは射影演算であり, 「 $\{ u \mid u \in \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_{n-m}) \wedge (\exists t \in R) (t[A_1] = u[A_1] \wedge t[A_2] = u[A_2] \wedge \dots \wedge t[A_{n-m}] = u[A_{n-m}]) \}$ 」のことである.

	記法	定義 ※ 定義では論理式などを使用. 論理式の記法は, 集合を基礎とする論理式にしている (テキストと同じ流儀), タプルリレーショナル論理式 (一階述語論理を基礎とする) にはなっていない.
和集合演算	$R \cup S$	$R \cup S = \{ t \mid t \in R \vee t \in S \}$
差集合演算	$R - S$	$R - S = \{ t \mid t \in R \wedge \neg(t \in S) \}$
共通集合演算	$R \cap S$	$R \cap S = \{ t \mid t \in R \wedge t \in S \}$
直積集合演算	$R \times S$	$R \times S = \{ (r, s) \mid r \in R \vee s \in S \}$ ※ (r, s) は, $r = (a_1, a_2, \dots, a_n), s = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ とするときに, $(r, s) = (a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m)$ なる $n + m$ 項のタプル
射影演算	$R[A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}]$	$R[A_{i1}, A_{i2}, \dots, A_{ik}] = \{ u \mid u \in \text{dom}(A_{i1}) \times \text{dom}(A_{i2}) \times \dots \times \text{dom}(A_{ik}) \wedge (\exists t \in R) (t[A_{i1}] = u[A_{i1}] \wedge t[A_{i2}] = u[A_{i2}] \wedge \dots \wedge t[A_{ik}] = u[A_{ik}]) \}$
選択演算	$R[A_i \theta A_j]$	$R[A_i \theta A_j] = \{ t \mid t \in R \wedge t[A_i] \theta t[A_j] \}$
	$R[A_i \theta c]$	$R[A_i \theta c] = \{ t \mid t \in R \wedge t[A_i] \theta c \}$
結合演算	一般の結合演算 $R[A_i \theta B_j]S$	$R[A_i \theta B_j]S = \{ (t, u) \mid t \in R \wedge u \in S \wedge t[A_i] \theta u[B_j] \}$ ※ (t, u) は, $t = (a_1, a_2, \dots, a_n), u = (b_1, b_2, \dots, b_m)$ とするときに, $(t, u) = (a_1, a_2, \dots, a_n, b_1, b_2, \dots, b_m)$ なる $n + m$ 項のタプル
	自然結合 $R * S$	$R * S = (R[C_1 = C_1, C_2 = C_2, \dots, C_k = C_k]S) [A_1, A_2, \dots, A_n, D_1, D_2, \dots, D_{m-k}]$, ※ $C_1, C_2, \dots, C_k$ は, A と B の結合属性, $\{B_1, B_2, \dots, B_m\} - \{C_1, C_2, \dots, C_k\} = \{D_1, D_2, \dots, D_{m-k}\}$
商演算	$R \div S$	$R \div S = \{ t \mid t \in R[A_1, A_2, \dots, A_{n-m}] \wedge (\forall u \in S) ((t, u) \in R) \}$

<以下は参考資料>

■ タプルリレーショナル論理

タプルリレーショナル論理は, 一階述語論理に基づき, リレーションを宣言的に記述したもの. タプルリレーショナル論理表現では, 以下に説明する「アトム」と「式」の組み合わせを使う.

※ 「 $\in$ 」のような記号は現れない.

(1) アトム

- ・リレーション 「 $R(u)$ 」の形
- ・タプルの属性値同士の比較 「 $u[A_i] \theta v[B_j]$ 」の形
- ・タプルの属性値と定数との比較 「 $u[A_i] \theta c$ 」の形

※ 「 $R(u)$ 」は, u がリレーション R のタプルであるとき真(true)になる述語.

「 $u[A_i]$ 」は, $u = (a_1, a_2, \dots, a_n)$ の第 i 成分を表す. 「 $v[B_i]$ 」も同様

(2) 式 (以下, 式を「 Φ 」と書く)

- ・アトム
- ・式の論理否定 $\neg \Phi$ の形
- ・式の論理積, 論理和 $\Phi_1 \wedge \Phi_2, \Phi_1 \vee \Phi_2$ の形
- ・全称記号や存在記号を用いた**変数**の定義 $(\exists u)\Phi(u), (\forall u)\Phi(u)$ の形

※ 全称記号や存在記号を用いて定義された**変数**は, 自由変数でなく, 束縛変数である.

タプルリレーショナル論理表現されたリレーションは, 「 $\{ t \mid t \text{ が満たすべき条件を示した式} \}$ 」のような形になる (この式が, t 以外の自由変数を含まないことが, タプルリレーショナル論理表現が成り立つ条件になる)