

データベースシステム

第3回

理工学部情報科学科

松澤 智史

データベースの基礎理論

リレーショナルデータベースの基本となる理論

- 正規化理論
 - 損失が起きないようにリレーションを分解
- 関係演算
 - 複数の関係を一つにしたり結合したりする演算処理

前回のおさらい

- 第1正規形→原子的データに分解
- 第2正規形→部分従属を分解
- 第3正規形→推移従属を分解
- ボイスコッド正規形→非キー属性以外の部分・推移従属を分解
- 第4正規形→多値従属を分解
- 第5正規形→結合従属を分解

- 高次の正規形(ボイスコッド, 第4, 第5)では情報損失, 関数従属性損失が起こりうる
- 実用的に行われるのは第3正規形まで

今回の概要

正規化(分解)された表を必要に応じて元に戻すor新しい表を作り出す

教員ID	専門コード	専門コード	専門
0	1		
0	2	1	プログラミング言語論
0	3	2	ソフトウェア科学
1	4	3	計算機ネットワーク
1	3	4	インターネットアーキテクチャ
1	5	5	複雑ネットワーク

教員ID	名前	性別	職	学科コード
0	武田正之	男	教授	63
1	松澤智史	男	講師	63

学科コード	学科名
63	IS

名前	専門
武田正之	プログラミング言語論
武田正之	ソフトウェア科学
武田正之	計算機ネットワーク

関係演算の種類

- 和
- 差
- 積(共通)
- 直積
- 射影
- 選択
- 結合
 - \ominus 結合
 - 等結合
 - 自然結合
 - 外部結合
- 商

和

- 二つの関係(テーブル)のいずれかに含まれるタプル(行)をすべて列挙する
- UNION, OR演算ともいう
- 「U」や「+」の記号で表記される
- SQLではUNION

和の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

関係: "サッカー部"

学生名	学年
ボブ	4
チャーリー	2
デイヴ	3



"テニス部" ∪ "サッカー部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2
デイヴ	3

差

- 一方の関係から一方の関係に含まれるものを除く
- 「－」の記号で表記される
- SQLではEXCEPT

差の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

関係: "サッカー部"

学生名	学年
ボブ	4
チャーリー	2
デイヴ	3



"テニス部" - "サッカー部"

学生名	学年
アリス	3

積(共通)

- 二つの関係の両方に含むタプル(行)を列挙する
- 共通演算, AND演算ともいう
- 「 \cap 」の記号で表記される
- SQLではINTERSECT

積の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

関係: "サッカー部"

学生名	学年
ボブ	4
チャーリー	2
デイヴ	3



"テニス部" \cap "サッカー部"

学生名	学年
ボブ	4
チャーリー	2

直積

- 二つの関係のそれぞれのタプル(行)をすべてかけあわせて列挙する
- 「 \times 」の記号で表記される
- SQLではCROSS JOINがあるが「FROM A, B」で $A \times B$

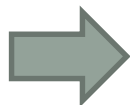
直積の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

関係: "サッカー部"

学生名	学科
ボブ	MA
チャーリー	PH
デイヴ	IS



"テニス部" × "サッカー部"

T.学生名	学年	S.学生名	学科
アリス	3	ボブ	MA
アリス	3	チャーリー	PH
アリス	3	デイヴ	IS
ボブ	4	ボブ	MA
ボブ	4	チャーリー	PH
ボブ	4	デイヴ	IS
チャーリー	2	ボブ	MA
チャーリー	2	チャーリー	PH
チャーリー	2	デイヴ	IS

※ T. は テニス部.の省略

射影

- 関係を縦方向に切り出した関係
- カラム(列)を取り出す
- SQLではSELECTで属性名を指定可能

関係: テニス部

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

射影

関係: テニス部'

学生名
アリス
ボブ
チャーリー

選択

- 関係を横方向に切り出した関係
- タプル(行)を取り出す
- SQLではWHEREで該当行を指定可能

関係:テニス部

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2

選択

関係:テニス部'

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4

結合

- 二つの関係を共通の属性で結び付ける
- 結合演算にはいくつかの種類がある(後述)
- 一般的な結合演算は自然結合
 - 二つの関係を直積演算する
 - 共通の属性が等しい行を選択する
 - 共通の属性の一つを取り除いたものを射影する

結合の例(自然結合)

関係:"テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2



関係:"サッカー部"

学生名	学科
ボブ	MA
チャーリー	PH
デイヴ	IS

“テニス部” と “サッカー部” の自然結合

学生名	学年	学科
ボブ	4	MA
チャーリー	2	PH

商

- 関係を関係で割る
- 「 \div 」の記号で表記される
- 関係 $R \div$ 関係 S とは S の関係をすべて含む R の列を取り出す

商の例

関係: "学生名簿"

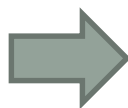
学生名	部活動
アリス	テニス部
ボブ	テニス部
ボブ	サッカー部
チャーリー	テニス部
チャーリー	サッカー部
デイヴ	サッカー部

関係: "部"

部
テニス部
サッカー部

関係: "学生名簿" ÷ "部"

学生名
ボブ
チャーリー



結合演算

- 自然結合(前述のため省略)
- \ominus 結合
- 等結合
- 外部結合

⊖結合

- 直積を求め, そこから選択を行う
- 選択演算の際に $[X \ \ominus \ Y]$ が成り立つ行(タプル)を選択する
- \ominus の種類
 - $<$ (小なり)
 - $>$ (大なり)
 - \leq (以下)
 - \geq (以上)
 - $=$ (等しい)
 - $<>$ (等しくない)

⊖結合の例

関係:"A"

学科番号	学科略称
61	MA
62	PH
63	IS

関係:"B"

学科番号	学科名
61	数学
62	物理
63	情報

直積

A.学番	学科略称	B.学番	学科名
61	MA	61	数学
61	MA	62	物理
61	MA	63	情報
62	PH	61	数学
62	PH	62	物理
62	PH	63	情報
63	IS	61	数学
63	IS	62	物理
63	IS	63	情報

>

A.学番	学科略称	B.学番	学科名
62	PH	61	数学
63	IS	61	数学
63	IS	62	物理

等結合

- Θ結合の比較演算子に「=」(等しい)を用いた結合

A.学番	学科略称	B.学番	学科名
61	MA	61	数学
61	MA	62	物理
61	MA	63	情報
62	PH	61	数学
62	PH	62	物理
62	PH	63	情報
63	IS	61	数学
63	IS	62	物理
63	IS	63	情報

A.学番	学科略称	B.学番	学科名
61	MA	61	数学
62	PH	62	物理
63	IS	63	情報



⊖結合の例(番外)

関係: "アルバイト員"

氏名	時給
A	800
B	700
C	700
D	750

⊖結合 ">"

"アルバイト員"と"アルバイト員"の⊖(時給>T.時給)結合

氏名	時給	T.氏名	T.時給
A	800	B	700
A	800	C	700
A	800	D	750
D	750	B	700
D	750	C	700

※

⊖結合(=以外)の場合は、同じ関係同士を結合させることも多い
同じ関係同士の等結合、自然結合はほぼ無意味

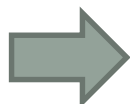
外部結合(外結合)

- 等結合や自然結合のような結合する値が二つの関係で一致する行のみを取り出す結合を内部結合という
- 外部結合は一致するものがない場合にも取り出す
- 外部結合の種類
 - 左外部結合 LEFT OUTER JOIN
 - 左側の関係の行はすべて取り出す
 - 右外部結合 RIGHT OUTER JOIN
 - 右側の関係の行はすべて取り出す
 - 完全外部結合 FULL OUTER JOIN
 - どちらかの関係に存在する行をすべて取り出す

左外部結合の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2



関係: "サッカ一部"

学生名	学科
ボブ	MA
チャーリー	PH
デイヴ	IS

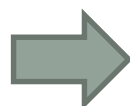
“テニス部” と “サッカ一部” の左外結合

学生名	学年	学科
アリス	3	NULL
ボブ	4	MA
チャーリー	2	PH

右外部結合の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2



関係: "サッカー部"

学生名	学科
ボブ	MA
チャーリー	PH
デイヴ	IS

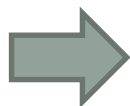
“テニス部” と “サッカー部” の右外結合

学生名	学年	学科
ボブ	4	MA
チャーリー	2	PH
デイヴ	NULL	IS

完全外部結合の例

関係: "テニス部"

学生名	学年
アリス	3
ボブ	4
チャーリー	2



関係: "サッカー部"

学生名	学科
ボブ	MA
チャーリー	PH
デイヴ	IS

“テニス部” と “サッカー部” の完全外結合

学生名	学年	学科
アリス	3	NULL
ボブ	4	MA
チャーリー	2	PH
デイヴ	NULL	IS

まとめ

- 和, 差, 積は関係の属性が同じ関係同士に行う集合演算
- 射影, 選択は列または行を切り出す演算
- 直積は属性が異なる関係同士をすべてかけあわせる演算
- 内部結合は直積演算結果で共通の属性が「等しい(等結合), または Θ の関係にある(Θ 結合)」行を選択する演算
 - 自然結合は等結合後に共通属性の片方を除いた射影演算を行う
- 外部結合は自然結合後に共通属性がない行も追加する演算
 - 左側の関係に現れる行のみ追加を左外部結合,
右の場合は右外部結合, 両方の場合は完全外部結合という

最後に冒頭の例

教員ID	専門コード	専門コード	専門
0	1		
0	2	1	プログラミング言語論
0	3	2	ソフトウェア科学
1	4	3	計算機ネットワーク
1	3	4	インターネットアーキテクチャ
1	5	5	複雑ネットワーク

教員ID	名前	性別	職	学科コード
0	武田正之	男	教授	63
1	松澤智史	男	講師	63

学科コード	学科名
63	IS

名前	専門
武田正之	プログラミング言語論
武田正之	ソフトウェア科学
武田正之	計算機ネットワーク

最後に冒頭の例

- (学科コード, 学科名)以外の3つの表を自然結合させる
列の順番は結合順によって異なるが問題はない

<u>教員ID</u>	名前	学科コード	性別	職	<u>専門コード</u>	専門
0	武田正之	63	男	教授	1	プログラミング言語論
0	武田正之	63	男	教授	2	ソフトウェア科学
0	武田正之	63	男	教授	3	計算機ネットワーク
1	松澤智史	63	男	講師	4	インターネットアーキテクチャ
1	松澤智史	63	男	講師	3	計算機ネットワーク
1	松澤智史	63	男	講師	5	複雑ネットワーク

最後に冒頭の例

- 教員ID=0の条件で選択をする

<u>教員ID</u>	名前	学科コード	性別	職	<u>専門コード</u>	専門
0	武田正之	63	男	教授	1	プログラミング言語論
0	武田正之	63	男	教授	2	ソフトウェア科学
0	武田正之	63	男	教授	3	計算機ネットワーク

最後に冒頭の例

- 射影で名前と専門を切り出す

名前	専門
武田正之	プログラミング言語論
武田正之	ソフトウェア科学
武田正之	計算機ネットワーク

完成

質問あればどうぞ