

データベースシステム

担当: 森本康彦
広島大学大学院
工学研究科情報工学専攻
morimoto@mis.hiroshima-u.ac.jp

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

1

この授業では

・データ管理(Data Management)

・データベース(Database)

の基礎理論を解説します。

これらはコンピュータサイエンスでは必須基礎科目です。

なぜ、重要なのか？

(学問体系の上では)この授業で扱う項目の多くが
コンピュータサイエンスの基本要素として含まれている

(ビジネス的には)世間では

ICT (Information and Communication Technology)

がビジネスイノベーションの根幹とされているが、
その中心がデータや情報の管理術なのです

この講義のねらい

データベース, データマネージメントに関する
基本概念の理解

PC を使える演習室を使って
実践的なSQL演習も行う予定です

データベースに関する専門知識体系

データベース利用とデータリテラシー

SQL, 入門的統計学など

データベースの基礎

関係代数・関係演算, アルゴリズムなど

データベースシステム

インデックス技術, 排他制御(ロック),

情報セキュリティ

オブジェクト指向DB, 分散DB, XMLDBなど

データベース高度応用

情報検索, 知識抽出, データマイニング,
マルチメディアデータ管理など

- 12日(木) 関係モデル
関係代数
SQL
データベース演習
- 13日(金) 一貫性制約
トランザクション管理
SQL問い合わせ演習(1)
- 14日(土) 情報検索
問い合わせ最適化
ビューとセキュリティ
SQL問い合わせ演習(2)

各日とも午後はPCを利用した演習を含む講義を行います。

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

5

参考書

増永良文 著

リレーショナルデータベース入門
- データモデル・SQL・管理システム -

サイエンス社 2600円

R. Ramakrishnan and J. Gehrke

Database Management Systems

McGraw-Hill

出席点の合計 + 課題の合計点
= 各自の得点

成績の目安

- S 満点の約9割以上の得点
- A 満点の約8割以上の得点
- B 満点の約7割以上の得点
- C 満点の約6割以上の得点
- D それ以下

各課題の提出方法・期限は追ってお知らせします。

講義に関する質問は
電子メールでも受け付けています

morimo@hiroshima-u.ac.jp

件名 (Subject) の先頭に必ず
[08F-Shimane] 氏名 件名
と記入 ([]内は必ず半角英数字で)

例
[08F-Shimane] 上戸彩 セレブについて

データベースシステム(1) 関係モデルと関係代数

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

9

関係モデル

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

10

人生いろいろ、情報もいろいろ

情報の形態にもいろいろあるが、
ひとつひとつをそのままの「かたち」で保管すると
管理が大変で効率も良くない。

できるだけ同じような構造のものとしてまとめる

情報にはいろいろなものがあるが
メタなレベルでは(抽象的な、あるいは、概念レベルでは)
同じ構造をもつ

見方を変えれば、いろいろな形態の情報を
「同じ構造となるレベル」で統一的にとらえ
その統一的形式で管理する

——— 実体の形態に近く
かつ汎用的な「データモデル」をきめ
そのモデルでデータを管理する

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

11

データベースに限らずコンピュータでは
データを「表形式(テーブル形式)」で

保持することが多い。

記録として残しておきたいようなデータ
後で参照することも想定されるデータ

タイトル	著者	出版社	値段	...
時計をはずして	伊集院静	...	450	
書を捨て、町に出よう	寺山修司	...	380	
青が散る	宮本輝	...	400	
世界の終わりと...	村上春樹	...	600	

エクセルなどのスプレッドシート、
データベース、
etc.

データを表形式で表現するデータモデルが「関係モデル」

データ 関係モデル (Relational Model) = 「表形式」

12

関係モデル (Relational Model)

タイトル	著者	出版社	値段	...
時計をはずして	伊集院静	...	450	
書を捨て、町に出よう	寺山修司	...	380	
青が散る	宮本輝	...	400	
世界の終わりと...	村上春樹	...	600	

行 (row) と列 (column) からなる
 一つの列には、
 同一形式の同じ種類のデータ
 一つの行に一つの (一連の) 関係
 ・宮本輝の「青が散る」は「...」出版から
 発行され値段は400円

この列には、
 著者名が文字列で
 記録される
 この列には、
 値段が整数で
 記録される

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 13

データモデル

「データモデル」とはデータを記述する**概念の集合体**

「スキーマ (Schema)」とは、
 ある「データモデル」による**特定のデータ集合の記述**

「関係モデル (Relational Model)」 (表の集合体) は
 現在、最も広く普及しているデータモデル

リレーション (relation)
 行 (row) と列 (column) からなる**テーブル**
 リレーション (テーブル) の列定義を記述することで
 そのリレーションの概念を規定できる。
スキーマ = (関係モデルでは)
テーブルの各列を規定するもの

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 14

その他の代表的なデータモデルは？

インターネット上に保管されるデータ:
 WWWモデル
 (HTML, XMLでスキーマを記述
 HTMLファイルをブラウザ, 検索エンジンでアクセス)

オブジェクト指向モデル (Java言語, C++言語):
 クラス定義がスキーマ定義に相当
 各クラスのインスタンス (オブジェクト) がデータ
 (オブジェクト指向データベースなどでアクセス)

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 15

例 「学生データベース」

Students

sid	sname	login	age	gpa
25322	上戸彩	ueto	22	2.3
...

Courses

cid	cname	credit
AM0521	計算機特論	2
...

スキーマ

Students (sid char(5), sname char(20), login char(40),
 age integer, gpa real)

Courses (cid char(6), cname char(20), credits integer)

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 16

関係モデルでのスキーマの記述法

リレーション (テーブル) 内の
各カラムの名前と型, および,
リレーション (テーブル) 自体の名前
 の定義のこと

Students (sid char(5),
 name char(16),
 login char(32),
 age integer,
 gpa real)

型

CHAR(n) n文字からなる固定長文字列
 VARCHAR(n) 最大n文字の可変長文字列
 INTEGER 整数
 REAL 実数

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 17

練習問題 (1)

以下のリレーションのスキーマ定義を書け.

Enroll

sid	cid	grade
25322	AM0521	優
...

ただし、各列の型は、それぞれ、
 固定長5文字、固定長6文字、可変長3文字
 とします。

Enroll (sid char(5), cid char(6), grade varchar(3))

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14) 18

人生いろいろ, 情報もいろいろ

情報の形態にもいろいろあるが、
ひとつひとつをそのままの「かたち」で保管すると
管理が大変で効率も良くない。

できるだけ同じような構造のものとしてまとめる

情報にはいろいろなものがあるが
メタなレベルでは(抽象的な, あるいは, 概念レベルでは)
同じ構造をもつ

見方を変えれば, いろいろな形態の情報を
「同じ構造となるレベル」で統一的にとらえ
その統一的形式で管理する

実体の形態に近く
かつ汎用的な「データモデル」をきめ
そのモデルでデータを管理する

関係モデル (Relational Model)

タイトル	著者	出版社	値段	...
時計をはずして	伊集院静	...	450	
書を捨て、町に出よう	寺山修司	...	380	
青が散る	宮本輝	...	400	
世界の終わりと...	村上春樹	...	600	

行 (row) と列 (column) からなる

一つの列には,
同一形式の同じ種類のデータ

一つの行に一つの (一連の) 関係
・宮本輝の「青が散る」は「...」出版から
発行され値段は400円

この列には,
著者名が文字列で
記録される

この列には,
値段が整数で
記録される

テーブルの

・(異なる) 行数のことをカーディナリティ (cardinality)

・列数のことを度数 (degree)

とよぶ

属性A	属性B	属性C
春	数学	C
秋	理科	A
秋	理科	A
春	英語	B
秋	英語	A

カーディナリティ
(Cardinality) は 4

行を一意に特定する列,
あるいは列の組を
「キー (Key)」と呼ぶ。

左の例では属性A, Bの組がキー
で, キー値の数がカーディナリティ

属性A	属性B	属性C
...

度数 (Degree) が 3

属性D	属性E
...	...

度数 (Degree) が 2

関係モデルの重要性

データを行と列からなるテーブルで管理する
統一的でシンプルなモデル
関係代数と呼ばれる計算モデルに従っており,
計算モデルとしても理論的に整然としている

世の中の商用データベースのほとんどが
関係モデルをベースにしている

IBM DB2, Informix, Microsoft ACCESS,
Oracle, Sybase, etc.

「表形式」 = 関係モデル (Relational Model)

現実世界にあるデータは簡単に
テーブル形式に置き換えることができる

関係モデルでデータを持つと...

テーブル集合内の必要なデータを
関係代数 (Relational Algebra) で
簡単に指定できる。

関係代数

関係代数 (Relational Algebra) 基本演算子 (基本5演算)

- 選択 (Selection) σ
行の部分集合
- 射影 (Projection) π
列の部分集合
- 直積 (Cross-Product) \times
2つのリレーションの行同士の組み合わせ
Direct Product, Cartesian Productともいう
- 差集合 (Set-Difference) $-$
1番目のリレーションにあって2番目がない行の集合
- 和集合 (Union) \cup
1番目または2番目のリレーションにある行の集合

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

25

関係代数 (Relational Algebra) その他の演算子

- 共通 (Intersection) \cap
1番目と2番目の両方にある行の集合
- 結合 (Join) \bowtie
1番目と2番目の共通列を結合した集合
- 商 (Division) $/$
2番目の全ての列を完全に含む1番目のリレーションで
2番目がない部分の集合

これらは基本5演算で代用可能だが便利なので
(とくに「結合」は)よく使われる

計算対象 (演算の入力)も
計算結果 (演算の出力)もリレーションなので
演算を自由に組み合わせ可能

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

26

選択 (Selection) σ

選択条件を満足する行を選ぶ

S2	sid	sname	rating	age
	28	yuppy	9	35.0
	31	lubber	8	55.5
	44	guppy	5	35.0
	58	rusty	10	35.0

S2表でratingが8より大の行は?

$\sigma_{rating > 8}(S2)$

sid	sname	rating	age
28	yuppy	9	35.0
58	rusty	10	35.0

結果テーブルのスキーマはもとの
テーブルにあるものと同じ

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

27

射影 (Projection) π

射影リストの属性だけからなるリレーション

S2	sid	sname	rating	age
	28	yuppy	9	35.0
	31	lubber	8	55.5
	44	guppy	5	35.0
	58	rusty	10	35.0

S2表のsname, rating列からなる射影表は?

$\pi_{sname, rating}(S2)$

sname	rating
yuppy	9
lubber	8
guppy	5
rusty	10

結果リレーションの
スキーマは射影リストに
含まれる属性
(その属性はもとの
テーブルに含まれる)

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

28

関係代数では結果表から重複行は除去される
(ただし, 一般の商用DBでは,
明示的に除去しない限りは重複の除去をしない)

S2	sid	sname	rating	age
	28	yuppy	9	35.0
	31	lubber	8	55.5
	44	guppy	5	35.0
	58	rusty	10	35.0

$\pi_{age}(S2)$

age
35.0
55.5

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

29

計算対象 (演算の入力)も
計算結果 (演算の出力)もリレーションなので
演算を自由に組み合わせ可能

S2	sid	sname	rating	age
	28	yuppy	9	35.0
	31	lubber	8	55.5
	44	guppy	5	35.0
	58	rusty	10	35.0

関係演算の組み合わせの例

$\sigma_{rating > 8}(S2)$

sid	sname	rating	age
28	yuppy	9	35.0
58	rusty	10	35.0

$\pi_{sname, rating}(\sigma_{rating > 8}(S2))$

sname	rating
yuppy	9
rusty	10

結果表は
他の関係代数の入力に使ってもよい

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

30

直積 (Cross-Product) \times

S1				R1		
sid	sname	rating	age	sid	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
31	lubber	8	55.5	58	103	11/12/96
58	rusty	10	35.0			

「S1 × R1」では
S1の各行はR1の各行とペアになる

S1 × R1

S1.sid	sname	rating	age	R1.sid	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
22	dustin	7	45.0	58	103	11/12/96
31	lubber	8	55.5	22	101	10/10/96
31	lubber	8	55.5	58	103	11/12/96
58	rusty	10	35.0	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	58	103	11/12/96

和集合, 差集合 -, 共通

これら3つの演算子は入力に2つのリレーションをとる。
2つの入力リレーションはunion-compatibleでなければ
ならない。(属性数が同じでかつ 対応する属性は同じ型)

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

S1 ∪ S2

sid	sname	rating	age
22	dustin	7	45.0
31	lubber	8	55.5
58	rusty	10	35.0
44	guppy	5	35.0
28	yuppy	9	35.0

S2

sid	sname	rating	age
28	yuppy	9	35.0
31	lubber	8	55.5
44	guppy	5	35.0
58	rusty	10	35.0

出力は第1番目のリレーションと
同じスキーマ

和集合, 差集合 -, 共通

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

S1 - S2

sid	sname	rating	age
22	dustin	7	45.0

sid	sname	rating	age
28	yuppy	9	35.0
31	lubber	8	55.5
44	guppy	5	35.0
58	rusty	10	35.0

S1 ∩ S2

sid	sname	rating	age
31	lubber	8	55.5
58	rusty	10	35.0

これは
S1 - (S1 - S2)と同じ

結合 (Join) \bowtie

「ジョイン」と呼ぶことのほうが多い

$$S1 \bowtie_c R1 = \sigma_c(S1 \times R1)$$

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

sid	bid	day
22	101	10/10/96
58	103	11/12/96

RとSの直積 (×) のうち「c」で示される条件を満たす行を選択 (σ) する

条件を満たす
行を選択

S1.sid	sname	rating	age	R1.sid	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
22	dustin	7	45.0	58	103	11/12/96
31	lubber	8	55.5	22	101	10/10/96
31	lubber	8	55.5	58	103	11/12/96
58	rusty	10	35.0	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	58	103	11/12/96

結合 (Join) \bowtie

$$S1 \bowtie_c R1 = \sigma_c(S1 \times R1)$$

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

sid	bid	day
22	101	10/10/96
58	103	11/12/96

$$S1 \bowtie_{S1.sid = R1.sid} R1$$

S1.sid	sname	rating	age	R1.sid	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	58	103	11/12/96

結合 (Join) \bowtie

$$S1 \bowtie_c R1 = \sigma_c(S1 \times R1)$$

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

sid	bid	day
22	101	10/10/96
58	103	11/12/96

$$S1 \bowtie_{S1.sid > R1.sid} R1$$

S1.sid	sname	rating	age	R1.sid	bid	day
31	lubber	8	55.5	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	22	101	10/10/96

結合 (Join) ⋈

$S1 \bowtie_c R1$

S1

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

R1

sid	bid	day
22	101	10/10/96
58	103	11/12/96

ジョインでは、多くの場合、条件cに=が使われる。
しかし=の場合は、重複する列が現れる。

$S1 \bowtie_{S1.sid = R1.sid} R1$

S1.sid	sname	rating	age	R1.sid	bid	day
22	dustin	7	45.0	22	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	58	103	11/12/96



イクイジョイン (Equi-Join) ⋈

$S1 \bowtie_{S1.sid = R1.sid} R1$

S1.sid	sname	rating	age	bid	day
22	dustin	7	45.0	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	103	11/12/96

条件が=の場合(イクイジョイン)は、重複する列は省略する。

イクイジョインは以下のように列名だけの省略形で記述されることが多い。

$S1 \bowtie_{sid} R1$

= $S1 \bowtie_{S1.sid = R1.sid} R1$

自然結合 (Natural Join) ⋈

S1

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



R1

sid	bid	day
22	101	10/10/96
58	103	11/12/96



イクイジョインは、多くの場合、同じ名前の列同士の間で等価性を比べる。
その演算を「自然結合(Natural Join)」とよび、以下のように表記

$S1 \bowtie R1$

S1.sid	sname	rating	age	bid	day
22	dustin	7	45.0	101	10/10/96
58	rusty	10	35.0	103	11/12/96

関係代数のまとめ

計算対象はテーブル、計算結果もテーブル

選択 (Selection) σ

射影 (Projection) π

直積 (Cross-Product) \times

差集合 (Set-Difference) $-$

和集合 (Union) \cup

共通 (Intersection) \cap

結合 (Join) \bowtie

商 (Division) $/$

基本5演算子
(この5つで全ての
関係演算を実現できる)

これらの演算機能は
多くのデータベースで
標準装備され
SQL問い合わせで使える

商 (Division) $/$

2番目の行を完全に含む1番目のリレーションで
2番目がない部分の集合

DBMSの基本演算子として標準ではサポートされていない
しかし、よく使う

名前	好物		好物	=	名前
田中	カレー	/	カレー	=	田中
田中	ラーメン		ラーメン		森本
森本	チョコパイ	/	好物	=	田中
森本	ラーメン		カレー		森本
山本	カレー	/	好物	=	山本
山本	カレー		カレー		山本
山本	すし	/	好物	=	山本
山本	うどん		カレー		山本

商 (Division) $/$

Aがxとyの2つの属性集合からなり、Bが属性集合yからなる場合

$$A/B = \{ \langle x \rangle \mid \exists \langle x, y \rangle \in A \ \forall \langle y \rangle \in B \}$$

Bの全ての行の要素を含むような、Aの全ての行のxの列

A	名前	好物		B 好物	=	A/B
/	田中	カレー	/	カレー	=	田中
	田中	ラーメン				
	森本	チョコパイ	/	カレー	=	森本
	森本	ラーメン				
	山本	カレー	/	ラーメン	=	山本
	山本	すし				
山本	うどん					

商演算の例

sno	pno
s1	p1
s1	p2
s1	p3
s1	p4
s2	p1
s2	p2
s3	p2
s4	p2
s4	p4

A

pno
p2

B1

pno
p2
p4

B2

pno
p1
p2
p4

B3

sno
s1
s2
s3
s4

A/B1

sno
s1
s4

A/B2

sno
s1

A/B3

商演算の例

sno	pno	dno
s1	p1	d1
s1	p2	d1
s1	p3	d1
s1	p4	d2
s2	p1	d1
s2	p2	d2
s3	p2	d2
s4	p2	d2
s4	p4	d2

A

pno	dno
p2	d2

B1

pno
p2

B2

sno
s2
s3
s4

A/B1

sno	dno
s1	d1
s2	d2
s3	d2
s4	d2

A/B2

商演算を基本演算子でおこなうには

「好物」がB(カレーとラーメン)であるような人の「名前」

A 名前=x 好物=y B 好物=y A/B 名前=x

田中	カレー
田中	ラーメン
森本	チョコパイ
森本	ラーメン
森本	カレー
山本	カレー
山本	すし
山本	うどん

その1: Aの名前とBとの直積を求める
(全員がBのすべてを好物としていると仮定)

名前=x	好物=y
田中	カレー
田中	ラーメン
森本	カレー
森本	ラーメン
山本	カレー
山本	ラーメン

$\pi_x(A) \times B$

名前=x	好物=y
田中	カレー
森本	ラーメン

$\pi_x(A/B)$

その2: 1で作った表からA表をひく
(引き算したあとの表は「実際にはなかった行」)

$\pi_x(A) \times B$

名前=x	好物=y
田中	カレー
田中	ラーメン
森本	カレー
森本	ラーメン
山本	カレー
山本	ラーメン

−

名前=x	好物=y
田中	カレー
田中	ラーメン
森本	チョコパイ
森本	ラーメン
森本	カレー
山本	カレー
山本	すし
山本	うどん

実際のA表

$\pi_x(A) \times B - A$

名前=x	好物=y
山本	ラーメン

「実際にはなかった行」

$\pi_x(\pi_x(A) \times B - A)$

その3: 「実際にはなかった行」のx(名前)を取り出す
(「実際にはなかった」好物をもつ人の名前 = 不適格x)

名前=x
山本

商演算を基本演算子でおこなうには

- その1: AのxとBとの直積を求める
(全員がBすべてを好物としていると仮定)
- その2: 1で作った表からA表をひく
(引き算したあとの表は「実際にはなかった行」)
- その3: そこからx列を取り出す = 不適格x
- その4: もともとの表にあるxから不適格xを引く

$A/B: \pi_x(A) - \text{不適格}x \leftarrow \pi_x(\pi_x(A) \times B - A)$

名前=x
田中
森本
山本

−

名前=x
山本

=

名前=x
田中
森本

答え

関係代数の練習問題

sid	sname	rating	age
22	Dustin	7	45.0
29	Brutus	1	33.0
31	Lubber	8	55.5
32	Andy	8	25.5
58	Rusty	10	35.0
64	Horatio	7	35.0
71	Zorba	10	16.0
74	Horatio	9	35.0
85	Art	3	25.5
95	Bob	3	63.5

Sailors

sid	bid	day
22	101	10/10/98
22	102	10/10/98
22	103	10/8/98
22	104	10/7/98
31	102	11/10/98
31	103	11/6/98
31	104	11/12/98
64	101	9/5/98
64	102	9/8/98
74	103	9/8/98

Reserves

bid	bname	color
101	Interlake	blue
102	Interlake	red
103	Clipper	green
104	Marine	red

Boats

問題1: 「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	sid	bid	day
22	Dustin	7	45.0	22	101	10/10/98
29	Brutus	1	33.0	22	102	10/10/98
31	Lubber	8	55.5	22	103	10/8/98
32	Andy	8	25.5	22	104	10/7/98
58	Rusty	10	35.0	31	102	11/10/98
64	Horatio	7	35.0	31	103	11/6/98
71	Zorba	10	16.0	31	104	11/12/98
74	Horatio	9	35.0	64	101	9/5/98
85	Art	3	25.5	64	102	9/8/98
95	Bob	3	63.5	74	103	9/8/98

Sailors

Reserves

答1: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves) \bowtie Sailors)$

49

問題1: 「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	sid	bid	day
22	Dustin	7	45.0	22	101	10/10/98
29	Brutus	1	33.0	22	102	10/10/98
31	Lubber	8	55.5	22	103	10/8/98
32	Andy	8	25.5	22	104	10/7/98
58	Rusty	10	35.0	31	102	11/10/98
64	Horatio	7	35.0	31	103	11/6/98
71	Zorba	10	16.0	31	104	11/12/98
74	Horatio	9	35.0	64	101	9/5/98
85	Art	3	25.5	64	102	9/8/98
95	Bob	3	63.5	74	103	9/8/98

Sailors

Reserves

sid	bid	day
22	103	10/8/98
31	103	11/6/98
74	103	9/8/98

答1: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves) \bowtie Sailors)$

50

問題1: 「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	sid	bid	day
22	Dustin	7	45.0	22	103	10/8/98
29	Brutus	1	33.0	31	103	11/6/98
31	Lubber	8	55.5	74	103	9/8/98
32	Andy	8	25.5			
58	Rusty	10	35.0			
64	Horatio	7	35.0			
71	Zorba	10	16.0			
74	Horatio	9	35.0			
85	Art	3	25.5			
95	Bob	3	63.5			

Sailors

sid	sname	rating	age	bid	day
22	Dustin	7	45.0	103	10/8/98
31	Lubber	8	55.5	103	11/6/98
74	Horatio	9	35.0	103	9/8/98

答1: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves) \bowtie Sailors)$

51

問題1: 「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	bid	day
22	Dustin	7	45.0	103	10/8/98
31	Lubber	8	55.5	103	11/6/98
74	Horatio	9	35.0	103	9/8/98

sname
Dustin
Lubber
Horatio

答1: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves) \bowtie Sailors)$

52

「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	sid	bid	day
22	Dustin	7	45.0	22	101	10/10/98
29	Brutus	1	33.0	22	102	10/10/98
31	Lubber	8	55.5	22	103	10/8/98
32	Andy	8	25.5	22	104	10/7/98
58	Rusty	10	35.0	31	102	11/10/98
64	Horatio	7	35.0	31	103	11/6/98
71	Zorba	10	16.0	31	104	11/12/98
74	Horatio	9	35.0	64	101	9/5/98
85	Art	3	25.5	64	102	9/8/98
95	Bob	3	63.5	74	103	9/8/98

Sailors

Reserves

答2: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves \bowtie Sailors))$

53

「103番のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	bid	day
22	Dustin	7	45.0	101	10/10/98
22	Dustin	7	45.0	102	10/10/98
22	Dustin	7	45.0	103	10/8/98
22	Dustin	7	45.0	104	10/7/98
31	Lubber	8	55.5	102	11/10/98
31	Lubber	8	55.5	103	11/6/98
31	Lubber	8	55.5	104	11/12/98
64	Horatio	7	35.0	101	9/5/98
64	Horatio	7	35.0	102	
74	Horatio	9	35.0	103	

答2: $\pi_{sname}(\sigma_{bid=103}(Reserves \bowtie Sailors))$

54

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	sname	rating	age	sid	bid	day	bid	bname	color
22	Dustin	7	45.0	22	101	10/10/98	101	Interlake	blue
29	Brutus	1	33.0	22	102	10/10/98	102	Interlake	red
31	Lubber	8	55.5	22	103	10/8/98	103	Clipper	green
32	Andy	8	25.5	22	104	10/7/98	104	Marine	red
58	Rusty	10	35.0	31	102	11/10/98			
64	Horatio	7	35.0	31	103	11/6/98			
71	Zorba	10	16.0	31	104	11/12/98			
74	Horatio	9	35.0	64	101	9/5/98			
85	Art	3	25.5	64	102	9/8/98			
95	Bob	3	63.5	74	103	9/8/98			

Sailors

Reserves

Boats

ポイント: ボートの色はボート表にしかないので
前問の解よりさらにジョイン演算が必要

データベースシステム (担当: 森本康彦@広島大 2009/2/12-14)

55

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	bid	day	bid	bname	color
22	101	10/10/98	101	Interlake	blue
22	102	10/10/98	102	Interlake	red
22	103	10/8/98	103	Clipper	green
22	104	10/7/98	104	Marine	red
31	102	11/10/98			
31	103	11/6/98			
31	104	11/12/98			
64	101	9/5/98			
64	102	9/8/98			
74	103	9/8/98			

Reserves

Boats



bid	bname	color
102	Interlake	red
104	Marine	red

答1:

$$\pi_{sname}(\sigma_{color='red'}(Boats) \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$$

56

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	bid	day	bid	bname	color
22	101	10/10/98	102	Interlake	red
22	102	10/10/98	104	Marine	red
22	103	10/8/98			
22	104	10/7/98			
31	102	11/10/98			
31	103	11/6/98			
31	104	11/12/98			
64	101	9/5/98			
64	102	9/8/98			
74	103	9/8/98			

Reserves

sid	bid	day	bname	color
22	102	10/10/98	Interlake	red
22	104	10/7/98	Marine	red
31	102	11/10/98	Interlake	red
31	104	11/12/98	Marine	red
64	102	9/8/98	Interlake	red

答1:

$$\pi_{sname}(\sigma_{color='red'}(Boats) \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$$

57

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	bid	day	bname	color	sid	sname	rating	age
22	102	10/10/98	Interlake	red	22	Dustin	7	45.0
22	104	10/7/98	Marine	red	29	Brutus	1	33.0
31	102	11/10/98	Interlake	red	31	Lubber	8	55.5
31	104	11/12/98	Marine	red	32	Andy	8	25.5
64	102	9/8/98	Interlake	red	58	Rusty	10	35.0
					64	Horatio	7	35.0
					71	Zorba	10	16.0
22	102	10/10/98	Interlake	red	74	Horatio	9	35.0
22	104	10/7/98	Marine	red	85	Art	3	25.5
31	102	11/10/98	Interlake	red	95	Bob	3	63.5
31	104	11/12/98	Marine	red				
64	102	9/8/98	Interlake	red				

Sailors

答1:

$$\pi_{sname}(\sigma_{color='red'}(Boats) \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$$

58

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	bid	day	sid	bid	day	bid	bname	color
22	102	10/10/98	22	101	10/10/98	101	Interlake	blue
22	104	10/7/98	22	102	10/10/98	102	Interlake	red
31	102	11/10/98	22	103	10/8/98	103	Clipper	green
31	104	11/12/98	22	104	10/7/98	104	Marine	red
64	102	9/8/98	31	102	11/10/98			
			31	103	11/6/98			
			31	104	11/12/98			
			64	101	9/5/98			
			64	102	9/8/98			
			74	103	9/8/98			

Reserves

Boats

bid	bname	color
102	Interlake	red
104	Marine	red

bid
102
104

答2:

$$\pi_{sname}(\pi_{sid}(\pi_{bid}(\sigma_{color='red'}(Boats)) \bowtie Res) \bowtie Sailors)$$

59

問題2: 「赤い色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

sid	bid	day	sid	sid	sname	rating	age
22	102	10/10/98	22	22	Dustin	7	45.0
22	104	10/7/98	31	29	Brutus	1	33.0
31	102	11/10/98	64	31	Lubber	8	55.5
31	104	11/12/98		32	Andy	8	25.5
64	102	9/8/98		58	Rusty	10	35.0
				64	Horatio	7	35.0
				71	Zorba	10	16.0
				74	Horatio	9	35.0
				85	Art	3	25.5
				95	Bob	3	63.5

Sailors

答2:

$$\pi_{sname}(\pi_{sid}(\pi_{bid}(\sigma_{color='red'}(Boats)) \bowtie Res) \bowtie Sailors)$$

60

同じ問題に対し、
一般的には複数の関係演算の解がある

問い合わせ処理では
演算の早い段階でテーブルの(行や列の)サイズが
小さくなるほうが計算効率が良い

問題1に関しては、答1のほうが
問題2に関しては、答2のほうが
効率がよい

問題3: 「赤,あるいは緑色のボートを予約した船乗り
の名前を挙げよ」

ポイント: 赤あるいは緑のボートを特定し,
それらを予約した船乗りを列挙する

答: $\rho(Tempboats, \sigma_{color='red' \text{ or } color='green'}(Boats))$

$\pi_{sname}(Tempboats \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$

bid	bname	color
102	Interlake	red
103	Clipper	green
104	Marine	red

Tempboats

問題3: 「赤,あるいは緑色のボートを予約した船乗り
の名前を挙げよ」

bid	bname	color
102	Interlake	red
103	Clipper	green
104	Marine	red

Tempboats

sid	bid	day
22	101	10/10/98
22	102	10/1
22	103	10/8
22	104	10/7
31	102	11/1
31	103	11/6
31	104	11/1
64	101	9/5/4
64	102	9/8/4
74	103	9/8/4

Reserves

$\pi_{sname}(Tempboats \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$

問題3: 「赤,あるいは緑色のボートを予約した船乗り
の名前を挙げよ」

bid	bname	color	sid	day
102	Interlake	red	22	10/10/98
102	Interlake	red	31	11/10/98
102	Interlake	red	64	9/8/98
103	Clipper	green	22	10/8/98
103	Clipper	green	31	11/6/98
103	Clipper	green	74	9/8/98
104	Marine	red	22	10/7/98
104	Marine	red	31	11/12/98

sid	sname	rating	age
22	Dustin	7	45.0
29	Brutus	1	33.0
31	Lubber	8	55.5
32	Andy	8	25.5
58	Rusty	10	35.0
64	Horatio	7	35.0
71	Zorba	10	16.0
74	Horatio	9	35.0
85	Art	3	25.5
95	Bob	3	63.5

Sailors

bid	bname	color	sid	day	sname	rating	age
102	Interlake	red	22	10/10/98	Dustin	7	45.0
102	Interlake	red	31	11/10/98	Lubber	8	55.5
...

$\pi_{sname}(Tempboats \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$

問題3: 「赤,あるいは緑色のボートを予約した船乗り
の名前を挙げよ」

bid	bname	color	sid	day
102	Interlake	red	22	10/10/98
102	Interlake	red	31	11/10/98
102	Interlake	red	64	9/8/98

bid	bname	color	sid	day	sname	rating	age	
103	102	Interlake	red	22	10/10/98	Dustin	7	45.0
103	102	Interlake	red	31	11/10/98	Lubber	8	55.5
104	102	Interlake	red	64	9/8/98	Horatio	7	35.0
104	103	Clipper	green	22	10/8/98	Dustin	7	45.0
103	103	Clipper	green	31	11/6/98	Lubber	8	55.5
103	103	Clipper	green	74	9/8/98	Horatio	9	35.0
104	104	Marine	red	22	10/7/98	Dustin	7	45.0
104	104	Marine	red	31	11/12/98	Lubber	8	55.5

Sailors

$\pi_{sname}(Tempboats \bowtie Reserves \bowtie Sailors)$

練習問題

関係代数で以下の問い合わせを書け.

「赤と緑色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」