

データベースシステム(2)
関係代数 演習

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

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

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

Sailors Reserves

Boats

問題4: 「赤と緑色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

$$\rho(\text{Tempred}, \pi_{sid}(\sigma_{color='red'}(\text{Boats}) \bowtie \text{Reserves}))$$

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

bid	bname	color
102	Interlake	red
104	Marine	red

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

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
104	Marine	red	22	10/7/98
104	Marine	red	31	11/12/98

Boats Reserves

問題4: 「赤と緑色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

$$\rho(\text{Tempgreen}, \pi_{sid}(\sigma_{color='green'}(\text{Boats}) \bowtie \text{Reserves}))$$

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

bid	bname	color
103	Clipper	green

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

sid	bid	bname	color	sid	day
103	Clipper	green	22	10/8/98	
103	Clipper	green	31	11/6/98	
103	Clipper	green	74	9/8/98	

Boats Reserves

問題4: 「赤と緑色のボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

$$\pi_{sname}((\text{Tempred} \cap \text{Tempgreen}) \bowtie \text{Sailors})$$

sid
22
31
64
22
31

sid	sname	rating	age
22	Dustin	7	45.0
31	Lubber	8	55.5

sid	sname
Dustin	
Lubber	

Sailors

問題5: 「すべてのボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

ポイント: 商演算をつかう。このとき、商演算の入力となるリレーションのスキーマの選択を間違わないように気をつける

答:

$$\rho(\text{Tempids}, \pi_{sid, bid}(\text{Reserves}) / \pi_{bid}(\text{Boats}))$$

$$\pi_{sname}(\text{Tempids} \bowtie \text{Sailors})$$

「すべての「Interlake」ボートを予約した船乗りの名前」のときは

$$\dots / \pi_{bid}(\sigma_{bname='Interlake'}(\text{Boats}))$$

問題5: 「すべてのボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

$$\rho(\text{Tempsids}, \pi_{sid, bid}(\text{Reserves}) / \pi_{bid}(\text{Boats}))$$

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

sid	bid
22	101
22	102
22	103
22	104
31	102
31	103
31	104
64	101
64	102
74	103

bid
101
102
103
104

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

Boats

sid
22

7

問題5: 「すべてのボートを予約した船乗りの名前を挙げよ」

$$\pi_{sname}(\text{Tempsids} \bowtie \text{Sailors})$$

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	sname	rating	age
22	Dustin	7	45.0

sname
Dustin

8

「すべての「Interlake」ボートを予約した船乗りの名前」
のときは

$$\dots \pi_{bid}(\sigma_{bname='Interlake'}(\text{Boats}))$$

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

sid	bid
22	101
22	102
22	103
22	104
31	102
31	103
31	104
64	101
64	102
74	103

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

Boats

bid	bname	color
101	Interlake	blue
102	Interlake	red

sid
22
64

9

別の例題

sid	sname	address
14	giant	tokyo
29	hawk	fukuoka
31	dragon	nagoya
33	tiger	osaka
95	carp	hiroshima

Suppliers

pid	pname	color
102	剣	red
104	どくばり	green
106	矢	blue
109	斧	red

Parts

sid	pid	cost
14	102	90
14	106	80
29	102	140
31	109	110
33	106	50
33	109	120
95	104	70

Catalog

Suppliersは部品の供給者
(sidはID, snameは供給者名, addressは住所)

Partsは部品
(pidは部品番号, pnameは部品名, colorは色)

Catalogは部品のカタログ
(sidで示される供給者がpidで示される部品をcostの値段で販売)

10

テーブルに対する問い合わせ(関係演算)は、
スキーマ定義さえあれば
テーブルの中身を実際に知らなくても記述できる。

Suppliers(sid integer, sname char(16), address char(20))
Parts(pid integer, pname char(16), color char(16))
Catalog(sid integer, pid integer, cost real)

Suppliersは部品の供給者
(sidはID, snameは供給者名, addressは住所)

Partsは部品
(pidは部品番号, pnameは部品名, colorは色)

Catalogは部品のカタログ
(sidで示される供給者がpidで示される部品をcostの値段で販売)

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

11

Suppliers(sid integer, sname char(16), address char(20))
Parts(pid integer, pname char(16), color char(16))
Catalog(sid integer, pid integer, cost real)

(1) addressが"hiroshima"であるSuppliersのsnameを求めよ

$$\pi_{sname}(\sigma_{address='hiroshima'}(\text{Suppliers}))$$

(2) 赤(red)のPartsを供給するSuppliersのsnameを求めよ

$$\pi_{sname}(\pi_{sid}((\pi_{pid}(\sigma_{color='red'}(\text{Parts}))) \bowtie \text{Catalog}) \bowtie \text{Suppliers})$$

$$\pi_{sname}(\sigma_{color='red'}(\text{Parts} \bowtie \text{Catalog} \bowtie \text{Suppliers}))$$

(3) 赤または緑(green)のPartsを供給するSuppliersのsidを求めよ

$$\pi_{sid}((\pi_{pid}(\sigma_{color='red' \text{ or } color='green'}(\text{Parts}))) \bowtie \text{Catalog})$$

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

12

Suppliers(sid integer, sname char(16), address char(20))
Parts(pid integer, pname char(16), color char(16))
Catalog(sid integer, pid integer, cost real)

(4) 赤と緑のPartsを供給するSuppliersのsidを求めよ

$\rho(R1, \pi_{sid}(\pi_{pid}(\sigma_{color='red'}(Parts))) \bowtie Catalog)$
 $\rho(R2, \pi_{sid}(\pi_{pid}(\sigma_{color='green'}(Parts))) \bowtie Catalog)$
 $R1 \cap R2$

(5) 赤いPartsすべてを供給するSuppliersのsidを求めよ

$\pi_{sid, pid}(Catalog) \Join \pi_{pid}(\sigma_{color='red'}(Parts))$

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

13

練習問題

Suppliers(sid integer, sname char(16), address char(20))
Parts(pid integer, pname char(16), color char(16))
Catalog(sid integer, pid integer, cost real)

(6) sidが29のSuppliersのsnameを求めよ

(7) costが100より低いPartsのpidを求めよ

(8) costが100より低いPartsのpnameを求めよ

(9) costが100より低いPartsを供給するSuppliersのsnameを求めよ

14

クイズ1 A4レポート用紙で提出

以下のスキーマをもつテーブルに対して、次ページの問い合わせを関係代数で記述せよ

Students(sid integer, sname char(16), age integer)
Enrolled(sid integer, cid integer, grade integer)
Courses(cid integer, cname char(16), teacher char(16))

Studentsは学生

(sidは学生番号, snameは学生名, ageは年齢)

Enrolledは履修記録

(sidで示される学生がcidで示される講義を履修し, 成績はgradeで示される値であった)

Coursesは講義

(cidは講義番号, cnameは講義名, teacherは担当教員名)

クイズ1 A4レポート用紙で提出

(1, 2は1点, その他は各2点 計12点)

Students(sid integer, sname char(16), age integer)
Enrolled(sid integer, cid integer, grade integer)
Courses(cid integer, cname char(16), teacher char(16))

(1) ageが20以上の学生の学生番号sidと名前snameを求めよ

(2) 履修した講義のgradeがDであった学生のsnameを求めよ

(3) cnameが「英会話」である講義を履修した学生のsidを求めよ

(4) teacherが「香取」である講義を履修した学生のsnameを求めよ

(5) snameが「上戸」である学生が履修した講義のcnameを求めよ

(6) 「堀北」は履修したが「長澤」は履修していない講義のcidを求めよ

(7) 「くさなぎ」の担当するすべての講義を履修した学生のsidを求めよ

データベースに必須の機能

データ定義機能: スキーマの定義

データ操作機能: 問合せ・追加・削除・変更

関係データベースは表形式(関係モデル)で記録されたデータを管理するソフトウェアパッケージ

関係データベースは表形式(関係モデル)で記録されたデータに対する(関係代数に基づく)強力な問い合わせ言語をもっている

関係データベースでは、
 ・データ操作言語(DML, Data Manipulation Language)
 ・データ記述言語(DDL, Data Description Language)
 は標準化されている。
 「SQL-99」
 (どんな関係データベースでもSQLを使った問い合わせ・操作・記述が使えます)

17

「スキーマ」はデータ記述言語(Data Description Language, DDL)で定義される

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

リレーションの中身であるデータはデータ操作言語(Data Manipulation Language, DML)で操作(問い合わせ, 追加, 削除, 変更)する

DBの内容は変わらない ← SELECT sname, gpa FROM Students WHERE sid = 25322 → DBの内容が変化する

関係モデルに対するDDL, DMLはSQLとして標準化されている

18

Students

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

DDLは属性の追加, (削除)
および表そのものの新規作成, 削除

DMLは行の
読み出し(問い合わせ),
追加, 削除, 変更

DDL

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	情報構造論	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)

スキーマ (Schema)

リレーション内の各カラムの名前と型, および,
リレーション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)

リレーション(テーブル)作成

学生(Students)テーブル作成例

```
CREATE TABLE Students
(sid CHAR(20),
name CHAR(20),
login CHAR(10),
age INTEGER,
gpa REAL)
```

sid	name	login	age	gpa
-----	------	-------	-----	-----

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

リレーション(テーブル)作成

履修(Enrolled)テーブル作成例

```
CREATE TABLE Enrolled
(sid CHAR(20),
cid CHAR(20),
grade CHAR(2))
```

sid	cid	grade
-----	-----	-------

リレーションの削除

DROP TABLE Students

「学生」リレーションのスキーマ情報と
タプル(のすべて)が削除される

リレーションの変更

ALTER TABLE Students
ADD COLUMN firstYear integer

「学生」リレーションに新たなカラム(属性)を追加
(すでにデータがある場合、追加された列の値は
空値 null valueとなる)

25

DML

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

26

SQLによる問い合わせの基本的な記述方法

```
SELECT <SELECTリスト>  
FROM <FROMリスト>  
WHERE <選択条件>
```

<FROMリスト>
問い合わせの対象たるテーブル名のリスト

<選択条件>
(AND, OR, NOTで組み合わせられた)真偽を返す演算

<SELECTリスト>
FROMリストのなかにあるテーブルの属性のリスト

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

27

Studentsテーブル

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53688	Smith	smith@ee	18	3.2
53650	Smith	smith@ee	19	3.8

18歳である学生の名前とログイン名は？

```
SELECT name, login  
FROM Students  
WHERE age = 18
```

name	login
Jones	jones@cs
Smith	smith@ee

WHEREが「選択(σ)」演算
SELECTが「射影(π)」演算

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

28

Studentsテーブル

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53688	Smith	smith@ee	18	3.2
53650	Smith	smith@ee	19	3.8

全学生の名前とログイン名は？

```
SELECT name, login  
FROM Students
```

name	login
Jones	jones@cs
Smith	smith@ee

WHEREは省略できる
省略した場合は
すべての行が出力される

関係代数では重複行は削除されるが
「SQL問い合わせ」では結果に重複があってもそのまま

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

29

Studentsテーブル

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53688	Smith	smith@ee	18	3.2
53650	Smith	smith@ee	19	3.8

学生テーブルのなかで18歳の学生は？

```
SELECT *  
FROM Students  
WHERE age=18
```

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53688	Smith	smith@ee	18	3.2

SELECTとFROMは省略できない
射影(π)する必要ない場合(列をすべて出力したい場合)
SELECTリストに「*」と書く

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

30

<選択条件>の書き方

例 name = '上戸' age > 18

Students.sid = Enrolled.sid

属性 op 定数 属性1 op 属性2

opには =, <, <=, >, >=, <= などの比較演算子が使える

AND,OR,NOTで組み合わせることもできる

name = 'さとみ' OR name = 'まお' AND age > 20

NOT (name = 'さとみ') AND age > 20

他に「集合比較演算子」「文字列マッチング演算子」が使える
(これらの解説は後で)

行(タプル)の追加

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8

INSERT INTO Students (sid, name, login, age, gpa)
VALUES (53688, 'Smith', 'smith@ee', 18, 3.2)

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8
53688	Smith	smith@ee	18	3.2

行(タプル)の追加

この順番と
この順番を対応させる

INSERT INTO Students (name, sid, login, age, gpa)
VALUES ('Smith', 53688, 'smith@ee', 18, 3.2)

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8
53688	Smith	smith@ee	18	3.2

INSERT INTO Students
VALUES (53688, 'Smith', 'smith@ee', 18, 3.2)

追加する値が列の順番どおりなら
列の名前は省略してよい

行(タプル)の追加

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8

INSERT INTO Students (sid, name)
VALUES (53688, 'Smith')

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8
53688	Smith			

追加する行の値が欠けている場合は、
値のある列名だけを書き、その順番で値を書く。
値を書かない部分は「空値(null value)」となる

行(タプル)の削除

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8
53688	Smith	smith@ee	18	3.2

DELETE
FROM Students
WHERE name = 'Smith'

where節に該当するデータをすべて削除
(この場合, Smithという名前の行をすべて削除)

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4

where節は省略できる. その場合, テーブルの
すべての行が削除される

行(タプル)の変更

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	19	3.8
53688	Smith	smith@ee	18	3.2

UPDATE Students
SET age = age + 1 where節に該当する
WHERE name = 'Smith' データをすべて変更

sid	name	login	age	gpa
53666	Jones	jones@cs	18	3.4
53650	Smith	smith@math	20	3.8
53688	Smith	smith@ee	19	3.2

where節は省略できる. その場合, テーブルの
すべての行が変更される