
Релационен модел & алгебра

Релационен модел

Релационен модел - (през 1970г.). Едгар Код.
Най- популярният до днес модел !

Основно за релационния модел:

- структура на данните
- интегритет на данните
- управление на данните

Релационна структура на данните:

- Данните се съхраняват в *релации (таблицы)*
- Всяка релация има *схема*
- Схемата дефинира *атрибутите* на релацията
- Данните се записват в *кортежи*

FacultyNo	Name
9113670	Иван
9113677	Мария
9113682	Стоян

Релационна структура на данните:

Формално:

Схемата е множество от атрибути

Кортежът съдържа стойност за всеки атрибут в схемата

Релацията е множество от кортежи с една и съща схема

{ { (FacultyNo, 9113670), (Name, Иван) },
{ (FacultyNo, 9113677), (Name, Мария) },
{ (FacultyNo, 9113682), (Name, Стоян) } }

FacultyNo	Name
9113670	Иван
9113677	Мария
9113682	Стоян

Свойства на релациите:

- ❖ Релациите са *множества от кортежи* и кортежите на една релация са *уникални и не подредени*
- ❖ Броят на кортежите на една релация - *мощност* (кардиналност) на релацията
- ❖ Схемите са *множества от атрибути*, атрибутите на една релация са *уникални и не подредени*
- ❖ Броят на атрибутите на една релация се нарича *степен* на релацията

Релационен модел & алгебра

Релация

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	2200	07.12.1997	
Лозан Велев	0	07.12.1997	15.08.2007
Станимир Пеев	750	01.02.2015	
Мария Стойчева	2200	01.04.2012	
Ана Милева	1300	03.07.2013	

Релационен интегритет на данните

- ✓ Интегритетът на данните контролира какви данни могат да присъстват в релацията
- ✓ *Доменът (домейнът) ограничава възможните стойности, които кортежът може да приеме във всеки атрибут*
- ✓ *Първичните ключове и кандидат-ключовете идентифицират кортежите в една релация*
- ✓ *Чуждите ключове съотнасят релациите една към друга*

Атрибути и домени

- Домен се задава за всеки атрибут
- Доменът задава възможните стойности за атрибута
- Всеки кортеж присвоява стойност от *неговия домен*

Например:

- Заплатата (бруто) е стойност от множество на цели числа между 0 и ???.
- Датите на назначаване и напускане са между датата на създаване на фирмата и *днешна дата*
- Имената са множества от низове

Кандидат ключове

Множество от атрибути в една релация се нарича кандидат ключ ако:

- ❖ **Всеки кортеж има уникална стойност за това множество (*уникалност*)**
- ❖ **Няма подмножество на множеството, което да притежава свойството на уникалност (*минималност*)**

Релационен модел & алгебра

Id	Name	EGN	Salary	First_date	Last_date
17	Иван Петров	5502173412	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	9601013840	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	9903123244	1300	03.07.2013	

Кандидат ключове са:

Id , **EGN**, **Name**, **Salary**, **First_date** и **Last_date**

Name , Salary, First_date и Last_date – не дават уникалност
Комбинациите – не дават минималност.

Релационен модел & алгебра

Id	Name	EGN	Salary	First_date	Last_date
17	Иван Петров	5502173412	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	9601013840	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	9903123244	1300	03.07.2013	

Първичен ключ:

избира се между кандидат ключовете

Id , EGN

Ключов интегритет:

Ключов атрибут на релация

t_1 and t_2 – кортежи в R , а SK – ключов атрибут

$t_1[SK] \neq t_2[SK]$

При повече кандидат ключове се избира един за първичен (**primary key**).

Първични ключове и NULL стойности

Липсващи данни се представят с NULL стойности

NULL стойност – липсваща или неизвестна стойност

Обектен интегритет – *първичните ключове не могат да съдържат NULL стойности.*

$t[PK] \neq \text{null}$ за всеки t от (R)

Чужди ключове

Чуждите ключове се използват да съотнасят (свързват) данните в две релации. Множеството атрибути в първата (*рефериращата*) релация е чужд ключ, ако неговата стойност винаги или съвпада със стойност на кандидат ключ на втората (*реферираната*) релация, или има стойност NULL.

Това се нарича **референциален интегритет**.

Референциален интегритет.

Кортежът t_1 в R_1 се съотнася към кортежа t_2 в R_2 , ако

$$t_1[\text{FK}] = t_2[\text{PK}]$$

Пример за чужди ключове:

Id	Name	Dep	Manager
17	Иван Петров	1	23
23	Лозан Велев	1	
72	Иван Иванов	1	23
74	Петя Милева	1	23

Референциален интегритет - проблеми

При обновяване на данни в релациите може да бъде нарушен референциалния интегритет и особено при обновяване на реферираната релация – актуализация или изтриване

Опциите са:

- лишаване на потребителя от възможност да го прави
- Промените да се разнасят
- стойностите стават NULL
- действия, дефинирани от потребителя

Референциален интегритет – пример :

Id	Name	EGN	Dep	Salary	First_date	Last_date
17	Иван Петров	5502173412	1	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	1	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	8601013840	2	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	8903123244	2	1300	03.07.2013	

Ако Dep на Маркетинг стане 5???

*Ако записът на Мениджмънт
се изтрие???*

Dep	Name
1	Мениджмънт
2	Маркетинг
3	Конструкторски отдел

Релационен модел & алгебра

Референциален интегритет – лишаване на потребителя от възможност да го прави

Id	Name	EGN	Dep	Salary	First_date	Last_date
17	Иван Петров	5502173412	1	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	1	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	8601013840	2	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	8903123244	2	1300	03.07.2013	

Не може да се актуализира
или трие *Маркетинг* и
Мениджмънт

Dep	Name
1	Мениджмънт
2	Маркетинг
3	Конструкторски отдел

Референциален интегритет – промените да се разнасят

Id	Name	EGN	Dep	Salary	First_date	Last_date
7	Иван Петров	5502173412	1	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	1	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	8601013840	2	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	8903123244	2	1300	03.07.2013	

Ако Dep на Маркетинг стане 5 в релацията Department, то Dep за Мария Стойчева и Ана Милева също трябва да се промени на 5! Ако Мениджмънт се изтрива, то Иван Петров и Лозан Велев също се изтриват.

Dep	Name
1	Мениджмънт
2	Маркетинг
3	Конструкторски отдел

Референциален интегритет – стойностите стават NULL

Id	Name	EGN	Dep	Salary	First_date	Last_date
17	Иван Петров	5502173412	Null	2200	01.03.1996	
23	Лозан Велев	6007154043	Null	0	01.03.1996	15.08.2007
72	Мария Стойчева	8601013840	Null	2200	01.04.2012	
74	Ана Милева	Null	Null	1300	03.07.2013	

Ако Dep на Маркетинг стане 5 в релацията Department, то Dep за Мария Стойчева и Ана Милева стават Null!

Ако Мениджмънт се изтрива, то Dep за Иван Петров и Лозан Велев стават Null.

Dep	Name
1	Мениджмънт
5	Маркетинг
3	Конструкторски отдел

Алгебра § Релационна алгебра

- ❖ Множество от операции (+, -, \times , \div , ...)
- ❖ Операторите приемат като вход числа и връщат като резултат числа
- ❖ Ограничения за някои оператори
- ❖ Комбиниране на оператори $7+20/2$, приоритет
- ❖ Множество от операции (обединение, селекция, ...)
- ❖ Операторите приемат като вход релации и връщат като резултат релации
- ❖ Ограничения за някои оператори
- ❖ Комбиниране на оператори, приоритет

Релационен модел & алгебра

Релационният модел се изгражда с три основни елемента: **област (домейн), атрибут и релация.**

Областите могат да бъдат безкрайни или да съдържат краен брой елементи.

Разглеждаме декартовото произведение на n-те множества D_1, D_2, \dots, D_n :

$$D_1 \times D_2 \times \dots \times D_n = \{ \langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle \mid d_i \in D_i, i=1, 2, \dots, n \}.$$

$$A \times B = \{ (a, b) \mid a \in A, b \in B \}$$

Всяко подмножество на декартовото произведение се нарича **релация (relation)**.

При зададен набор от домени D_1, D_2, \dots, D_n (не непременно различни), релация R върху тези домени е множество от подредени кортежи от степен n $\langle d_1, d_2, \dots, d_n \rangle$, където d_1 е елемент от D_1 , d_2 е елемент от D_2, \dots , и d_n е елемент от D_n .

- задължително спазване на местата на отделните стълбове от таблицата
- ако стълбовете се именуват, то информационното съдържание на релацията се запазва и при размяна на местата на стълбовете
- всеки именуван стълб на релацията се нарича **атрибут на релацията**

Структурата на всяка релация се задава с нейната релационна схема.

$R(A_1, A_2, \dots, A_n)$

Пълен запис:

$R(A_1:D_1, A_2:D_2, \dots, A_n:D_n)$

Нека $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$ е релационна схема, а r е релация с тази релационна схема.

$r:R$

Съвкупността от всички релационни схеми представляват схемата на БД.

(R_1, R_2, \dots, R_k)

Релационен модел & алгебра

Пример:

Grade Point Average (GPA)

CID	Title
1	Информатика I
2	Информатика II
3	Математика I

SID	Name	Age	GPA
1	Ivan Ivanov	19	3.21
2	Peter Petrov	20	4.24
3	Anna Borisova	19	5.63

Схема ????

Инстанция ???

ID	CID	SID	Date	Mark
1	1	1	25.01.2013	4
2	1	2	25.01.2013	3
3	1	3	25.01.2013	6
4	2	1	15.06.2013	2
5	2	2	15.06.2013	5

Ключови атрибути (ключове на релацията).

Една релация може да има повече от един ключ.

Ако едно множество от атрибути A е ключ на една релация R , то всяко множество X от атрибути на R , за което A принадлежи на X , също ще идентифицира еднозначно елементите на R .

Основни ключове в релациите

- *Първичен ключ* (primary key) е атрибут (по-рядко група атрибути), който служи да идентифицира по уникален начин всеки запис (екземпляр) на релацията. Когато измежду атрибутите на релацията няма един подходящ за първичен ключ атрибут, вариантите са:
 - да се прибегне към множество от два и повече атрибути, които заедно идентифицират записите еднозначно, т.нар. *сложен първичен ключ* (composite primary key)
 - да се добави нов атрибут, по който да се прави идентификацията на записите.
- *Външният ключ* (foreign key) е необходим, когато налице е отношение между две таблици (релации). Отношението се създава, като копие от първичния ключ на едната таблица се включи в структурата на втората таблица, за която той е външен (понеже тя вече си има свой собствен първичен ключ). Освен да помогне в установяването на отношение между двете таблици, външният ключ помага да се осигури и интегритета (целостта) на ниво отношение

Един от всички възможни ключове се избира за ключ на релацията и се нарича **първичен ключ (primary key)**.

Външен ключ (foreign key) K^*

Установяване на връзки между две релации

Релационна алгебра е набор от операции (релационни оператори), чрез които се описва **начин за получаване на нови релации** от други съществуващи релации.

Основни понятия

Нека A_1, A_2, \dots, A_n е списък от n атрибути, който ще означим кратко с A . Нека B е друг списък от m атрибута B_1, B_2, \dots, B_m .

Списъците от атрибути A и B са **сравними**, ако:

1. $n=m$
2. A_k и B_k са от един и същ тип за всяко $k=1, 2, \dots, n$.

Релационен модел & алгебра

Операции с релации:

Нека са дадени две релации $r1$ и $r2$ с еднакви релационни схеми

R (Name, Salary, First_date, Last_date).

r1

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007

r2

Name	Salary	First_date	Last_date
Стоян Петров	1300	01.01.2003	
Пенчо Стойков	2000	05.07.2001	
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007

$$r3 = r1 \cup r2$$

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007
Стоян Петров	1300	01.01.2003	
Пенчо Стойков	2000	05.07.2001	

Обединение

Нека r и q са две n -членни релации с една и съща релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Обединението на релациите r и q е трета релация r със същата релационна схема, съдържаща елементите на r и q , т. е.

$$r = \{t \mid t \in r \text{ или } t \in q\}.$$

Обикновено се означава с общоприетия в математиката знак за обединение на множества " \cup ":

$$r = p \cup q.$$

$$r3 = r1 \cap r2$$

Name	Salary	First_date	Last_date
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007

Сечение

Нека p и q са две n -членни релации с една и съща релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Сечението на релациите p и q е трета релация r със същата релационна схема, съдържаща тези елементи, които принадлежат и на p и на q , т. е.

$$r = \{t \mid t \in p \text{ и } t \in q\}.$$

Обикновено се означава с общоприетия в математиката знак за сечение на множества " \cap " :

$$r = p \cap q.$$

$$r3 = r1 - r2$$

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	

Релационен модел & алгебра

Разлика

Нека p и q са две n -членни релации с една и съща релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$. Разликата на релациите p и q е трета релация r със същата релационна схема, съдържаща елементите на p , непринадлежащи на q , т. е.

$$r = \{t \mid t \in p \text{ и } t \notin q\}.$$

Означава се със знак "-":

$$r = p - q.$$

Декартово произведение

Нека r е релация с релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, а q е релация с релационна схема $Q(B_1, B_2, \dots, B_m)$.

Декартовото произведение на релациите r и q е трета $(n+m)$ -членна релация r с релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$, съдържаща всички възможни конкатенации на елементи от r и q , т. е.

$$r = \{ab \mid a \in r \text{ и } b \in q \}.$$

Означава се с " \times ":

$$r = p \times q.$$

Релационен модел & алгебра

Нека са дадени две релации *r1* с релационна схеми R(Name, Salary, First_date, Last_date) и *r2* с релационна схеми P (Department, Building).

r1

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007

r2

Department	Building
Продажби	1
Реклама	2

Релационен модел & алгебра $r_1 \times r_2$ $r_2 \times r_1$ комутативност

Декартовото произведение на двете релации r_3 , ще има следния вид:

$$r_3 = r_1 \times r_2$$

$$r_1 \times r_2 = r_2 \times r_1$$

Name	Salary	First_date	Last_date	Department	Building
Иван Петров	1200	01.01.1996		Продажби	1
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007	Продажби	1
Иван Петров	1200	01.01.1996		Реклама	2
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007	Реклама	2

Селекция (рестрикция)

Нека r е релация с релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$.
Селекцията на релацията r по отношение на дадено условие F е друга релация r със същата релационна схема, всеки ред на която удовлетворява условието F , т. е.

$$r = \{t \mid t \in r \text{ и } F(t) = \text{истина}\}.$$

Очевидно е, че $r \subseteq r$. Селекцията се означава с $\sigma_F(r)$.

Релационен модел & алгебра

Нека е дадена релация $r1$. Селекцията $r3$ ще има следния вид:

$$r3 = \sigma_{\text{Заплата}=1200}(r1)$$



Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	



Релационен модел & алгебра

$$r3 = \sigma_{GPA > 4.50}$$

SID	Name	Age	GPA
1	Ivan Ivanov	19	3.21
2	Peter Petrov	20	4.24
3	Anna Borisova	19	5.63

Релационен модел & алгебра

Селекцията може да включва всяка колона на $r1$,
константи, сравнения като $=$, \leq , \geq и т.н.,
булеви оператори \wedge , \vee и \neg

Пр.

$\sigma_{GPA \geq 4.0 \wedge (age < 18 \vee age > 21)} (Student)$

Условието трябва да може да се изчисли върху един
ред!

Пр. студент с най-висок успех

$\sigma_{GPA \geq \text{all GPA in Student table}}$

Релационен модел & алгебра

Пример:

Grade Point Average (GPA)

CID	Title
1	Информатика I
2	Информатика II
3	Математика I

SID	Name	Age	GPA
1	Ivan Ivanov	19	3.21
2	Peter Petrov	20	4.24
3	Anna Borisova	19	5.63

Схема ????

Инстанция ???

I D	CID	SID	Date	Mark
1	1	1	25.01.2013	4
2	1	2	25.01.2013	3
3	1	3	25.01.2013	6
4	2	1	15.06.2013	2
5	2	2	15.06.2013	5

Съединение

Нека r е релация с релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$, а q е релация с релационна схема $Q(B_1, B_2, \dots, B_m)$. Съединение или θ - съединение на релациите r и q по отношение на атрибутите A_i и B_j , $1 \leq i \leq n$, $1 \leq j \leq m$ е $(n+m)$ -членна релация r с релационна схема $R(A_1, A_2, \dots, A_n, B_1, B_2, \dots, B_m)$.

Релацията r е такова подмножество на декартовото произведение $r \times q$, при което A_i - тия атрибут на r е в θ отношение с B_j - тия атрибут. θ е означено кое да е от отношенията за сравнение.

За означаване на съединението се използва " \bowtie ":

$$r = p \bowtie q = \sigma_{A_i \theta B_j}(p \times q).$$

$$A_i \theta B_j$$

Релационен модел & алгебра

Нека са дадени две релации $r1$ с релационна схеми $R(\text{Name}, \text{Salary}, \text{First_date}, \text{Last_date})$ и $r2$ с релационна схеми $P(\text{Department}, \text{Building})$.

$r1$

Name	Salary	First_date	Last_date
Иван Петров	1200	01.01.1996	
Лозан Велев	0	07.12.1995	15.08.2007

$r2$

Department	Building
Продажби	1
Реклама	2

Релационен модел & алгебра

Съединението на двете релации $r3$, ще има следния вид:

$$r3 = r1 \bowtie r2$$

Salary > 1200 и Building = 1

Name	Salary	First_date	Last_date	Department	Building
Иван Петров	1200	01.01.1996		Продажби	1

Отношения между обекти и представянето им в
релационна БД

1:1

Id_patient	Name	Bed
1	Иван Стоянов	34
2	Иванка Тотева	52

Отношения (кардиналност) между обекти и представянето им в релационна БД

1:M

Id_doc	Name	???
1	Петров	
2	Чечев	

Id_patient	Name	???
1	Петър Хубчев	
2	Мария Михайлова	
3	Симона Илиева	

Релационен модел & алгебра

Отношения между обекти
и представянето им в
релационна БД

M:M

Patient_Id	Name	Age
11	П.Иванов	27
74	И.Петров	68

Patient_Id	Medicine_Id
11	34567
11	45676

Medicine_Id	Name
34567	Аналгин
45676	Парацетамол

Релационен модел & алгебра

“Simplicity is a virtue”

Релационен модел & алгебра

Пример:

Grade Point Average (GPA)

CID	Title
1	Информатика I
2	Информатика II
3	Математика I

SID	Name	Age	GPA
1	Ivan Ivanov	19	3.21
2	Peter Petrov	20	4.24
3	Anna Borisova	19	5.63

ID	CID	SID	Date	Mark
1	1	1	25.01.2013	4
2	1	2	25.01.2013	3
3	1	3	25.01.2013	6
4	2	1	15.06.2013	2
5	2	2	15.06.2013	5

За тази лекция:

- Опишете двете условия, на които трябва да отговаря множество от атрибути, за да бъде кандидат ключ на една релация?
- Кои са кандидат ключовете на таблиците от предходния слайд?
- Що е първичен и що е външен ключ на една релация?
- Обяснете върху тези таблици термина ключов интегритет.
- Обяснете върху тези таблици термина обектен интегритет.
- Обяснете върху тези таблици термина референциален интегритет.
- Що е обединение на две релации?
- Що е сечение на две релации?
- Що е селекция на две релации?

