

Лекция 10. Нормализация отношений баз данных. Нормальные формы. Нормализация через декомпозицию.

10.1 Первая нормальная форма (1НФ)	1
10.2 Вторая нормальная форма (2НФ).....	1
10.3 Третья нормальная форма (3НФ).....	2
10.4 Способы нормализации: декомпозиция и синтез.....	3
10.5 Недостатки нормализации через декомпозицию.....	4

Пример отношения “Студенты” показывает, что неправильное построение схемы отношения приводит к проблемам избыточности данных и влечет за собой аномалии обновления. Исправить схему можно, применяя знания о функциональных зависимостях между ее атрибутами.

Процедура нормализации состоит в постепенном формировании отношений, находящихся в так называемых ”**нормальных формах**”. (Этот термин был предложен Коддом). Существуют: первая нормальная форма (1НФ), вторая (2НФ), третья (3НФ), нормальная форма Бойса-Кодда (НФБК), четвертая (4НФ) и пятая (5НФ), связанные между собой так:

$$1НФ \supset 2НФ \supset 3НФ \supset НФБК \supset 4НФ \supset 5НФ$$

10.1 Первая нормальная форма (1НФ)

Схема отношения **R** находится в **1НФ**, если для любого атрибута **A** из схемы **R** значения в $dom(A)$ являются атомарными.

Пример 1.

Семья	Имя	Пол
	{Джон, Джеки, Иван}	М
	{Анна, Мария}	Ж

Отношение «Семья» не находится в первой нормальной форме, т.к. значения в ячейках неатомарны

Семья	Имя	Пол
	Джон	М
	Джеки	М
	Иван	М
	Анна	Ж
	Мария	Ж

Теперь отношение «Семья» нормализовано и находится в 1НФ

Вторая и третья нормальные формы возникли для того, чтобы избежать аномалий обновления и избыточности данных. Будем рассматривать 2НФ и 3НФ на примере отношения с одним потенциальным ключом, который является и первичным ключом.

10.2 Вторая нормальная форма (2НФ)

Пусть R - схема отношений: $X, Y \subseteq R$

Пусть S - множество функциональных зависимостей для схемы R .

$X \rightarrow Y$ - функциональная зависимость из S^+

Говорят, что Y **частично зависит от X относительно S** , если существует X' - собственное подмножество X ($X' \subset X$), такое, что $(X' \rightarrow Y)$ - также является функциональной зависимостью из S^+ .

Если такого подмножества не существует, то говорят, что Y **полностью зависит от X относительно S**

Пример 2.

Отношение $r(ABCD)$ содержит повторяющиеся данные в столбцах A и D .

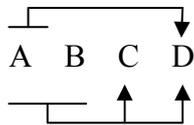
r	A	B	C	D
	a1	b1	c1	d1
	a1	b2	c2	d1
	a2	b3	c1	d2

AB - первичный ключ, следовательно выполняются такие функциональные зависимости:

$$AB \rightarrow C, AB \rightarrow D.$$

Однако, исходя из внешнего вида данного отношения, можно заметить и функциональную зависимость $A \rightarrow D$ (предположим, эта функциональная зависимость присуща всем допустимым значениям данного отношения в некоторой базе данных).

Т.е. все множество F -зависимостей будет таким: $S = \{ AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, A \rightarrow D \}$.



Атрибут D частично зависит от AB

Будем называть атрибут $A \in R$ **первичным** в R относительно множества функциональных зависимостей S , если A содержится в каком-либо потенциальном ключе схемы R . Иначе атрибут A назовем **непервичным**.

Схема отношения R находится в 2НФ относительно множества функциональных зависимостей S , если она находится в 1НФ и каждый непервичный атрибут полностью зависит от каждого ключа для R .

Пример 3.

Схема из примера 2 не находится в 2НФ, т.к. атрибут D -непервичный, и частично зависит от ключа AB .

10.3 Третья нормальная форма (3НФ)

Пусть R - схема отношения, S - множество функциональных зависимостей для схемы R , X - подмножество R , A - атрибут из R .

Говорят, что атрибут A **транзитивно зависит** от X в R , если существует подмножество Y ($Y \subseteq R$), такое, что $X \rightarrow Y$, $\neg(Y \rightarrow X)$, $Y \rightarrow A$ относительно S , и $A \notin X$, $A \notin Y$ (X и Y могут иметь общие атрибуты).

Пример 4.

Отношение $r(ABCDE)$ также содержит избыточную информацию в столбцах D и E

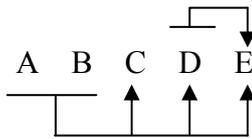
r	A	B	C	D	E
	a1	b1	c1	d1	e1
	a1	b2	c2	d1	e1
	a2	b3	c1	d2	e2
	a2	b2	c3	d1	e1

AB -первичный ключ, следовательно выполняются такие функциональные зависимости: $AB \rightarrow C$, $AB \rightarrow D$, $AB \rightarrow E$

Однако, в данном отношении выполняются и функциональные зависимости $D \rightarrow E$ и $E \rightarrow D$

Таким образом, все множество $S = \{ AB \rightarrow C, AB \rightarrow D, AB \rightarrow E, D \rightarrow E, E \rightarrow D \}$

Атрибут **E** транзитивно зависит от **AB**, т.к. существует атрибут **D**, такой что: $AB \rightarrow D, \neg(D \rightarrow AB), D \rightarrow E, E \notin A \cup B \cup D$ (аналогично для атрибута **D**).



Атрибут D транзитивно зависит от AB

Схема отношения R находится в 3НФ относительно множества функциональных зависимостей S , если она находится в 2НФ и ни один из первичных атрибутов в R не является транзитивно зависящим от ключа для R .

Пример 5: Схема из примера 4 не находится в 3НФ, но находится в 2НФ.

С остальными НФ познакомимся в следующих лекциях (лекции [12](#), [13](#)).

Подведем итог:

В нормализованных отношениях не разрешаются никакие функциональные зависимости, кроме функциональных зависимостей вида $K \rightarrow A$, где K - потенциальный ключ для схемы R , а A - первичный атрибут.

Если же схема R удовлетворяет функциональной зависимости $K' \rightarrow B$, и K' не является потенциальным ключом, то в отношении $r(R)$ обязательно будет избыточность данных. Значит, процедура нормализации отношений со схемой R должна отсекалть из всего множества функциональных зависимостей S для этой схемы частичные и транзитивные зависимости от ключей.

10.4 Способы нормализации: декомпозиция и синтез

При нормализации путем синтеза исходными данными являются все функциональные зависимости, установленные между атрибутами предполагаемых отношений. Основываясь на этих данных, алгоритм синтеза компонентует отношения, заведомо находящиеся в 3НФ (при этом используется понятие неприводимого минимального покрытия T множества функциональных зависимостей S).

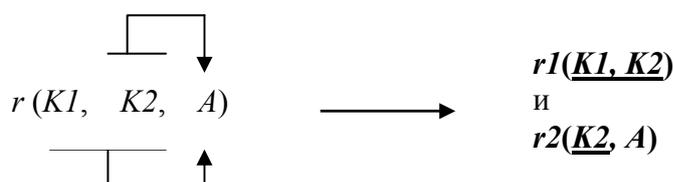
При нормализации через декомпозицию исходными данными являются уже созданные реляционные отношения и множества функциональных зависимостей S для атрибутов этих отношений. В отличие от синтеза при декомпозиции исходные отношения дробятся на меньшие по количеству атрибутов отношения, находящиеся в 3НФ.

Процесс декомпозиции таков:

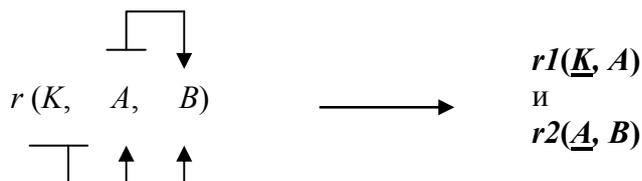
Любые отношения из схемы базы данных, не находящейся в 3НФ, разложить в схему, находящуюся в 3НФ.

При декомпозиции рассмотрим всего два основных случая:

1. Отношение $r(R)$ имеет составной первичный ключ $(K1, K2)$ и поле A , частично зависящее от первичного ключа:



2. Отношение $r(R)$ имеет первичный ключ K , и поля A и B , такие, что существует функциональная зависимость $A \rightarrow B$ (т.е. A транзитивно зависит от ключа).



Сравнение методов нормализации.

Метод синтеза не требует какой-либо логической схемы базы данных. Достаточно лишь, изучив предметную область, предоставить **все** интересующие нас функциональные зависимости между свойствами сущности (связей). Однако реализация синтеза достаточно сложна и требует обработки множества функциональных зависимостей S и создания минимального покрытия T .

Метод декомпозиции предполагает, что в результате исследования предметной области была построена исходная концептуальная схема, а затем ее преобразовали в набор реляционных таблиц.

Реализация метода декомпозиции проста. Поэтому на практике чаще используют декомпозицию.

Построив концептуальную модель, и корректно отобразив ее в логическую схему базы данных, разработчик должен проверить с помощью нормализации все отношения реляционной базы данных, а если нужно, то проделать декомпозицию.

10.5 Недостатки нормализации через декомпозицию.

1. Временная сложность – неполиномиальна.
2. Проверка атрибута схемы на непервичность – NP полная задача (которая решается простым перебором).
3. Число порожденных процессом схем может быть больше, чем необходимо для 3НФ.
4. При декомпозиции могут возникнуть новые частичные зависимости, устранение которых потребует создания новых отношений.
5. Для построенной схемы базы данных во множестве функциональной зависимости S может отыскаться функциональная зависимость, которая не будет выполняться в новых отношениях.

Пример 6.

Дано отношение $r(\underline{A} B C D E)$

$$S = \{A \rightarrow BCDE, CD \rightarrow E, EC \rightarrow B\}$$

Исключив транзитивную зависимость E от A через CD , получаем два отношения $r1(\underline{A} B C D)$ и $r2(\underline{C D} E)$. Функциональная зависимость $EC \rightarrow B$ уже не применима ни к отношению $r1$, ни к отношению $r2$.

Исключив транзитивную зависимость B от A через EC , получаем два таких отношения: $r1(\underline{A} E C D)$ и $r2(\underline{E C} B)$. Тогда не выполняется функциональная зависимость $CD \rightarrow E$.

6. Могут появиться “скрытые” транзитивные зависимости.

Пример 7.

Дано отношение $r(A B C D)$

$$F = \{AD \rightarrow ADCB, A \rightarrow B, B \rightarrow C\}$$

Исключая частичную зависимость B от AD (через $A \rightarrow B$) получаем $r1(A D C)$ и $r2(A B)$. Несмотря на то, что формально $r1$ и $r2$ находятся в 3НФ, в $r1$ появляется скрытая транзитивная зависимость C от AD через B .