

Приведение отношений в 5 НФ

Кокорин Илья, М3439

13 января 2020 г.

1 Songs

1.1 Функциональные зависимости

1. $\text{song_id} \rightarrow \text{name}$
2. $\text{song_id} \rightarrow \text{text}$
3. $\text{song_id} \rightarrow \text{duration}$
4. $\text{song_id} \rightarrow \text{album_id}$
5. $\text{song_id} \rightarrow \text{artist_id}$

1.2 Ключи

Заметим, что $\{\text{song_id}\}$ является ключом, и этот ключ единственный (так как все атрибуты определяются song_id , любой другой надключ не будет минимальным по включению, поэтому не будет ключом)

1.3 Нормальные формы

1.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

1.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет составных ключей.

1.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

1.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

1.3.5 4 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в НФБК и существует простой ключ \Rightarrow находится в 4 НФ

1.3.6 5 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в 3 НФ и все ключи простые \Rightarrow находится в 5 НФ

2 Albums

2.1 Функциональные зависимости

1. $\text{album_id} \rightarrow \text{name}$
2. $\text{album_id} \rightarrow \text{artist_id}$
3. $\text{album_id} \rightarrow \text{song_id}$
4. $\text{album_id} \rightarrow \text{release_date}$

2.2 Ключи

Заметим, что $\{\text{album_id}\}$ является ключом, и этот ключ единственный (так как все атрибуты определяются album_id , любой другой надключ не будет минимальным по включению, поэтому не будет ключом)

2.3 Нормальные формы

2.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

2.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет составных ключей.

2.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

2.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

2.3.5 4 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в НФБК и существует простой ключ \Rightarrow находится в 4 НФ

2.3.6 5 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в 3 НФ и все ключи простые \Rightarrow находится в 5 НФ

3 AlbumCovers

3.1 Функциональные зависимости

1. $\text{album_id}, \text{sequence_number} \rightarrow \text{cover_path}$
2. $\text{cover_path} \rightarrow \text{album_id}, \text{sequence_number}$

3.2 Ключи

Заметим, что $\{\text{album_id}, \text{sequence_number}\}$ является ключом. Также ключом является $\{\text{cover_path}\}$ Других ключей быть не может, так как добавлять cover_path к чему-то бесполезно, тк тогда ключ уже не будет минимален по включению, а минимизировать $\{\text{album_id}, \text{sequence_number}\}$ также нельзя.

3.3 Нормальные формы

3.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

3.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как нет функциональных зависимостей атрибутов от части составного ключа.

3.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех остальных атрибутов от ключа, следовательно, не имеет транзитивных зависимостей

3.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

3.3.5 4 НФ

Не существует нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

3.3.6 5 НФ

Единственный вариант декомпозиции на > 2 отношения это $(album_id, cover_path)$, $(cover_path, sequence_number)$, $(album_id, sequence_number)$. Это корректный вариант декомпозиции, тк у нас есть кольцевое ограничение: если у альбома А есть обложка с номером N, если файл Р принадлежит альбому А и если файл Р находится под номером N, то файл Р является N-ной обложкой альбома А. В этой декомпозиции каждое X_i надключ, следовательно, отношение находится в 5 НФ.

4 Artists

4.1 Функциональные зависимости

1. $artist_id \rightarrow name$

4.2 Ключи

Заметим, что $\{artist_id\}$ является ключом, и этот ключ единственный (так как все атрибуты определяются $artist_id$, любой другой надключ не будет минимальным по включению, поэтому не будет ключом)

4.3 Нормальные формы

4.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

4.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет составных ключей.

4.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

4.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

4.3.5 4 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в НФБК и существует простой ключ \Rightarrow находится в 4 НФ

4.3.6 5 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в 3 НФ и все ключи простые \Rightarrow находится в 5 НФ

5 ArtistPhotos

5.1 Функциональные зависимости

1. $artist_id, sequence_number \rightarrow photo_path$
2. $photo_path \rightarrow artist_id, sequence_number$

5.2 Ключи

Заметим, что $\{artist_id, sequence_number\}$ является ключом. Также ключом является $\{photo_path\}$. Других ключей быть не может, так как добавлять $photo_path$ к чему-то бесполезно, тк тогда ключ уже не будет минимален по включению, а минимизировать $\{artist_id, sequence_number\}$ также нельзя.

5.3 Нормальные формы

5.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

5.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как нет функциональных зависимостей атрибутов от части составного ключа.

5.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех остальных атрибутов от ключа, следовательно, не имеет транзитивных зависимостей

5.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

5.3.5 4 НФ

Не существует нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

5.3.6 5 НФ

Единственный вариант декомпозиции на > 2 отношения это $(artist_id, photo_path)$, $(photo_path, sequence_number)$, $(artist_id, sequence_number)$. Это корректный вариант декомпозиции, тк у нас есть кольцевое ограничение: если у артиста А есть фото с номером N, если файл Р принадлежит артисту А и если файл Р находится под номером N, то файл Р является N-ным фото артиста А. В этой декомпозиции каждое X_i надключ, следовательно, отношение находится в 5 НФ.

6 AlbumAuthors

6.1 ФЗ

ФЗ нет

6.2 Ключи

album_id, artist_id

6.3 Нормальные формы

6.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

6.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как нет функциональных зависимостей.

6.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ.

6.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

6.3.5 4 НФ

Не имеет никаких МЗ, кроме тривиальных \Rightarrow находится в 4 НФ

6.3.6 5 НФ

Имеет всего 2 атрибута \Rightarrow декомпозиция на > 2 отношения невозможна. Декомпонировать на 2 отношения не имеет смысла, так как отношения находятся в 4 НФ, а она лучшая с точки зрения разбиения на 2 отношения.

7 SongInAlbums

7.1 ФЗ

1. *song_id, album_id* \rightarrow *position*
2. *song_id, position* \rightarrow *album_id*

7.2 Ключи

Ключами являются $\{song_id, album_id\}$ и $\{song_id, position\}$. Других ключей размера 2 быть не может, так как *song_id, position* \nrightarrow *album_id*. Ключа размера 1 быть не может, так как никакой атрибут не определяет остальные два. Ключ размера три может существовать только один, он является надключом двух ключей размера 2 (не минимален по включению).

7.3 Нормальные формы

7.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

7.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так нет функциональных зависимостей от части составного ключа.

7.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как каждый ключ непосредственно определяет единственный атрибут, не входящий в него \Rightarrow нет транзитивной зависимости от ключа.

7.3.4 НФБК

Существует две нетривиальных ФЗ, в каждой из них левая часть является надключом.

7.3.5 4 НФ

Существует нетривиальная МЗ, не являющаяся ФЗ $album_id \twoheadrightarrow song_id|position$, при этом $album_id$ не является надключом.

Декомпозируем на два отношения: $(album_id, song_id)$ и $(album_id, position)$. Каждая из них находится в 4 НФ, так как не имеет нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ, а ФЗ в них всего одна (ключевой атрибут определяет единственный неключевой)

7.3.6 5 НФ

Оба отношения содержат по два атрибута, нет нетривиальных МЗС, значит, отношения находятся в 5 НФ.

7.4 Заключение

Не будем декомпозировать до 4 НФ, так как в таком случае мы не будем знать, на какой позиции в альбоме какая песня стоит, следовательно, не сможем проиграть альбом в правильном порядке. Оставим в НФБК.

8 SongAuthors

8.1 ФЗ

ФЗ нет

8.2 Ключи

$song_id, artist_id$

8.3 Нормальные формы

8.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

8.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как нет функциональных зависимостей.

8.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ.

8.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

8.3.5 4 НФ

Не имеет никаких МЗ, кроме тривиальных \Rightarrow находится в 4 НФ

8.3.6 5 НФ

Имеет всего 2 атрибута \Rightarrow декомпозиция на > 2 отношения невозможна. Декомпонировать на 2 отношения не имеет смысла, так как отношения находятся в 4 НФ, а она лучшая с точки зрения разбиения на 2 отношения.

9 Users

9.1 ФЗ

1. $user_id \rightarrow login$
2. $user_id \rightarrow pass_hash_with_salt$
3. $login \rightarrow user_id$
4. $login \rightarrow pass_hash_with_salt$

9.2 Ключи

$\{user_id\}$ и $\{login\}$ являются ключами. Других ключей нет, так как все надключи размера 2 и 3 не минимальны по включению, а $pass_hash_with_salt$ не может являться ключом, так как не определяет ни одного атрибута.

9.3 Нормальные формы

9.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

9.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как все ключи простые \rightarrow не может быть ФЗ от части составного ключа.

9.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как неключевые атрибуты зависят только от ключа.

9.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

9.3.5 4 НФ

По теореме Дейта-Фейинга, отношение находится в НФБК и существует простой ключ \Rightarrow находится в 4 НФ

9.3.6 5 НФ

По теореме Дейта-Фейинга, отношение находится в 3 НФ и все ключи простые \Rightarrow находится в 5 НФ

10 UserAvatars

10.1 ФЗ

1. $user_id, sequence_number \rightarrow avatar$

10.2 Ключи

Заметим, что $\{artist_id, sequence_number\}$ является ключом. Также ключом является $\{photo_path\}$. Других ключей быть не может, так как добавлять $photo_path$ к чему-то бесполезно, тк тогда ключ уже не будет минимален по включению, а минимизировать $\{artist_id, sequence_number\}$ также нельзя.

10.3 Нормальные формы

10.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

10.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как нет функциональных зависимостей атрибутов от части составного ключа.

10.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех остальных атрибутов от ключа, следовательно, не имеет транзитивных зависимостей

10.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

10.3.5 4 НФ

Не существует нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

10.3.6 5 НФ

Единственный вариант декомпозиции на > 2 отношения это $(artist_id, photo_path)$, $(photo_path, sequence_number)$, $(artist_id, sequence_number)$. Это корректный вариант декомпозиции, тк у нас есть кольцевое ограничение: если у артиста А есть фото с номером N, если файл Р принадлежит артисту А и если файл Р находится под номером N, то файл Р является N-ным фото артиста А. В этой декомпозиции каждое X_i надключ, следовательно, отношение находится в 5 НФ.

11 AlbumRatings

11.1 Функциональные зависимости

1. $album_id, user_id \rightarrow rating$

11.2 Ключи

Ключом является $\{album_id, user_id\}$. Других ключей нет, так как эти два атрибута ничем функционально не определяются, но в совокупности определяют единственный оставшийся атрибут.

11.3 Нормальные формы

11.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

11.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет ФЗ от части составного ключа.

11.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

11.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

11.3.5 4 НФ

Отношение находится в 4 НФ, так как не имеет нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

11.3.6 5 НФ

Найдём все нетривиальные зависимости соединений.

Попытаемся разрезать только на 3 части, так как на 2 бесполезно, так как лучшая НФ в смысле разрезания на 2 части - 4 НФ, а на 4 части не хватит атрибутов.

Очевидно, что имеет смысл включать в проекции только по два атрибута (три не имеет смысла, так как тогда получится тривиальная зависимость соединения).

Так как операция соединения ассоциативна и коммутативна, у нас есть только один вариант разбиения на 3 проекции:

1. $album_id, user_id$
2. $album_id, rating$
3. $user_id, rating$

Очевидно, что их соединение не даст исходное отношение.

Представим такое отношение $R : album_id, user_id, rating$:

$album_id$:	$user_id$,	$rating$
1	1	4
1	2	5
2	1	5
2	2	4

Тогда $\pi_{album_id, user_id}(R) =$

$album_id$:	$user_id$
1	1
1	2
2	1
2	2

Тогда $\pi_{album_id, rating}(R) =$

$album_id$	$rating$
1	4
1	5
2	5
2	4

Тогда $\pi_{user_id, rating}(R) =$

$user_id$	$rating$
1	4
2	5
1	5
2	4

$$\pi_{album_id, user_id}(R) \bowtie \pi_{album_id, rating}(R) =$$

album_id:	user_id,	rating
1	1	4
1	2	4
1	1	5
1	2	5
2	1	4
2	1	5
2	2	4
2	2	5

$$(\pi_{album_id, user_id}(R) \bowtie \pi_{album_id, rating}(R)) \bowtie \pi_{user_id, rating}(R) =$$

GroupId:	CourseId,	LecturerId
1	1	4
1	2	4
1	1	5
1	2	5
2	1	4
2	1	5
2	2	4
2	2	5

То есть $(\pi_{album_id, user_id}(R) \bowtie \pi_{album_id, rating}(R)) \bowtie \pi_{user_id, rating}(R) \neq R$, так как в отношении появились лишние строки. То есть не существует нетривиальных зависимостей соединений для отношения.

Значит, отношение находится в 5 НФ.

12 SongRatings

12.1 Функциональные зависимости

1. $song_id, user_id \rightarrow rating$

12.2 Ключи

Ключом является $\{album_id, user_id\}$. Других ключей нет, так как эти два атрибута ничем функционально не определяются, но в совокупности определяют единственный оставшийся атрибут.

12.3 Нормальные формы

12.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

12.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет ФЗ от части составного ключа.

12.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

12.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

12.3.5 4 НФ

Отношение находится в 4 НФ, так как не имеет нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

12.3.6 5 НФ

с

13 Playlists

13.1 Функциональные зависимости

1. $\text{playlist_id} \rightarrow \text{name}$
2. $\text{playlist_id} \rightarrow \text{owner_id}$

13.2 Ключи

Заметим, что $\{\text{playlist_id}\}$ является ключом, и этот ключ единственный (так как все атрибуты определяются playlist_id , любой другой надключ не будет минимальным по включению, поэтому не будет ключом)

13.3 Нормальные формы

13.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

13.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как не имеет составных ключей.

13.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

13.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

13.3.5 4 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в НФБК и существует простой ключ \Rightarrow находится в 4 НФ

13.3.6 5 НФ

По теореме Дейта-Фейгина, отношение находится в 3 НФ и все ключи простые \Rightarrow находится в 5 НФ

14 SongInPlaylists

14.1 Функциональные зависимости

1. $\text{playlist_id}, \text{position} \rightarrow \text{song_id}$

14.2 Ключи

Ключом является $\{\text{playlist_id}, \text{position}\}$. Других ключей нет, так как эти атрибуты ни от чего функционально не зависят.

14.3 Нормальные формы

14.3.1 1 НФ

Отношение уже находится в 1 НФ, так как в отношении нет повторяющихся групп, все атрибуты атомарны, а у отношения есть ключ

14.3.2 2 НФ

Отношение уже находится в 2 НФ, так как ни один неключевой атрибут не зависит от части составного ключа.

14.3.3 3 НФ

Отношение уже находится в 3 НФ, так как не имеет никаких ФЗ, кроме зависимости всех атрибутов от ключа.

14.3.4 НФБК

Отношение находится в 3 НФ и не имеет перекрывающихся ключей \Rightarrow находится в НФБК

14.3.5 4 НФ

Нет нетривиальных МЗ, не являющихся ФЗ

14.3.6 5 НФ

Найдём все нетривиальные зависимости соединений.

Попытаемся разрезать только на 3 части, так как на 2 бесполезно, так как лучшая НФ в смысле разрезания на 2 части - 4 НФ, а на 4 части не хватит атрибутов.

Очевидно, что имеет смысл включать в проекции только по два атрибута (три не имеет смысла, так как тогда получится тривиальная зависимость соединения).

Так как операция соединения ассоциативна и коммутативна, у нас есть только один вариант разбиения на 3 проекции:

1. $playlist_id, position$
2. $position, song_id$
3. $song_id, playlist_id$

Очевидно, что их соединение не даст исходное отношение.

Представим такое отношение $R : playlist_id, position, song_id$:

playlist_id:	position,	song_id
1	1	1
1	2	2
2	1	2
2	2	1

Тогда $\pi_{playlist_id, position}(R) =$

playlist_id:	position
1	1
1	2
2	1
2	2

Тогда $\pi_{position, song_id}(R) =$

position	song_id
1	1
2	2
1	2
2	1

Тогда $\pi_{song_id,playlist_id}(R) =$

song_id	playlist_id
1	1
1	2
2	2
2	1

$\pi_{playlist_id,position}(R) \bowtie \pi_{position,song_id}(R) =$

playlist_id:	position,	song_id
1	1	1
1	1	2
1	2	1
1	2	2
2	1	2
2	1	2
2	2	1
2	2	2

$(\pi_{playlist_id,position}(R) \bowtie \pi_{position,song_id}(R)) \bowtie \pi_{song_id,playlist_id}(R) =$

playlist_id:	position,	song_id
1	1	1
1	1	2
1	2	1
1	2	2
2	1	2
2	1	2
2	2	1
2	2	2

То есть $(\pi_{playlist_id,position}(R) \bowtie \pi_{position,song_id}(R)) \bowtie \pi_{song_id,playlist_id}(R) \neq R$, так как в отношении появились лишние строки. То есть не существует нетривиальных зависимостей соединений для отношения.

Значит, отношение находится в 5 НФ.