

## I

$SId \rightarrow StName, GrId, GrName$

$GrId \rightarrow GrName, GrFacId$

$CourseId \rightarrow CourseName$

$LeeId \rightarrow LeeName, LeeFacId$

$FacId \rightarrow FacName, FacDeanId$

$SId, CourseId \rightarrow Mark$

$GrId, CourseId \rightarrow LeeId$

$GrName \rightarrow GrId$

$GrFacId \rightarrow FacId, FacDeanId, FacName$

$FacName \rightarrow FacId, FacDeanId$

$LeeFacId \rightarrow FacId, FacDeanId, FacName$

## II

Утверждается, что пара  $(StudentId, CourseId)$  — ключ.

Доказательство: Если выкинуть хотя бы один из этих атрибутов, то не сможем вывести другой, так как они нигде не встречаются на правой стороне функциональных зависимостей.

Рассмотрим замыкание множества  $\{StudentId, CourseId\}$  по множеству функциональных зависимостей. Мы получим все атрибуты. Таким образом, все атрибуты будут определяться данной парой  $(StudentId, CourseId)$ , что делает её ключом.

## IV

1.  $SId \rightarrow StName$
2.  $SId \rightarrow GrId$
3.  $SId \rightarrow GrName$
4.  $GrId \rightarrow GrName$
5.  $GrId \rightarrow GrFacId$
6.  $CourseId \rightarrow CourseName$
7.  $LeeId \rightarrow LeeName$
8.  $LeeId \rightarrow LeeFacId$
9.  $FacId \rightarrow FacName$
10.  $FacId \rightarrow FacDeanId$
11.  $SId, CourseId \rightarrow Mark$
12.  $GrId, CourseId \rightarrow LeeId$

13.  $\text{GrName} \rightarrow \text{GrId}$
14.  $\text{GrFacId} \rightarrow \text{FacId}$
15.  $\text{GrFacId} \rightarrow \text{FacDeanId}$
16.  $\text{GrFacId} \rightarrow \text{FacName}$
17.  $\text{FacName} \rightarrow \text{FacId}$
18.  $\text{FacName} \rightarrow \text{FacDeanId}$
19.  $\text{LeeFacId} \rightarrow \text{FacId}$
20.  $\text{LeeFacId} \rightarrow \text{FacDeanId}$
21.  $\text{LeeFacId} \rightarrow \text{FacName}$

Рассмотрим следующие функциональные зависимости:

$\text{SId}, \text{CourseId} \rightarrow \text{Mark}$

$\text{GrId}, \text{CourseId} \rightarrow \text{LeeId}$

Mark не встречается в замыкании отдельных атрибутов, следовательно, его нельзя удалить. Аналогично для LeeId.

Теперь рассчитаем замыкания множества атрибутов:

$\{\text{GrId}\}^+ = \{\text{GrId}, \text{GrName}, \text{GrFacId}, \text{FacId}, \text{FacDeanId}, \text{FacName}\}$

$\{\text{CourseId}\}^+ = \{\text{CourseId}, \text{CourseName}\}$

Попробуем удалить по одному правилу:

1. Рассмотрим замыкание множества  $\{\text{SId}\}$  без функциональной зависимости  $\text{SId} \rightarrow \text{StName}$ :

$\{\text{SId}\}^+ = \{\text{SId}, \text{GrId}, \text{GrName}, \text{GrFacId}, \text{FacId}, \text{FacName}, \text{FacDeanId}\}$

Как видим, в этом замыкании не содержится атрибута StName. Следовательно, нельзя удалить.

2. Можно, так как есть GrName, с помощью которого можно получить GrId. Но для простоты, выкинем GrName
3. Можем, если оставим GrId
4. Рассмотрим замыкания GrId без этой ФЗ

$\{\text{GrId}\}^+ = \{\text{GrId}, \text{GrFacId}, \text{FacId}, \text{FacName}, \text{FacDeanId}\}$

Как видим, потеряли GrName

5. Очевидно, нельзя
6. Очевидно, нельзя
7. Очевидно, нельзя

8. Очевидно, нельзя
9. Очевидно, нельзя, тк можно будет узнать только FacDeanId
10. Очевидно, нельзя, см предыдущий пункт
11. Очевидно, нельзя
12. Очевидно, нельзя
13. Очевидно, нельзя, тк не получим StId
14. Можно, тк узнаем FacName, а по нему можно и узнать FacId
15. Можно, тк узнаем FacName, а по нему можно и узнать FacId, а по нему FacDeanId
16. Нельзя, так мы удалили 2 предыдущих пункта, и если удалим и этот, то потеряем фз
17. Очевидно, нельзя
18. Можно, так как по FacName, узнаем FacId, а по нему FacDeanId (17, 10)
19. Можно, тк зная FacName, узнаем FacId (21, 17)
20. Можно, тк зная FacName, узнаем и FacId, а по нему FacDeanId
21. Нельзя, так как удалили предыдущие

Итого:

1. SId  $\rightarrow$  StName
2. SId  $\rightarrow$  GrId
3. GrId  $\rightarrow$  GrName
4. GrId  $\rightarrow$  GrFacId
5. CourseId  $\rightarrow$  CourseName
6. LeeId  $\rightarrow$  LeeName
7. LeeId  $\rightarrow$  LeeFacId
8. FacId  $\rightarrow$  FacName
9. FacId  $\rightarrow$  FacDeanId
10. SId, CourseId  $\rightarrow$  Mark
11. GrId, CourseId  $\rightarrow$  LeeId
12. GrName  $\rightarrow$  GrId
13. GrFacId  $\rightarrow$  FacName
14. FacName  $\rightarrow$  FacId
15. LeeFacId  $\rightarrow$  FacName