



Нормализација

Пројектовање база података

Василије Тодоровић, Анђела Дамњановић, Александар Стефановић

27. март 2025.



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Садржај

- 1 **Увод**
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Увод

- На претходном часу смо видели поступак превођења концептуалног модела у логички, конкретно у релациони модел
- Добијени логички модел често пати од **проблема редундантности** - непотребног чувања копија истог податка
- Редундантност можемо уклонити поступком **нормализације**



Садржај

- 1 Увод
- 2 **Проблем редунаности**
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Проблем редундантности

Дата је наредна табела у којој се чувају подаци о уписаним курсевима на нашем факултету:

Индекс	Име и презиме студента	Ид. студ. програма	Назив студ. програма	Шифра предмета	Назив предмета
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P101	Програмирање 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	M103	Анализа 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P103	УОАР 1
29/2023	Мика Микић	101	Математика	M123	Топологија А
29/2023	Мика Микић	101	Математика	P101	Програмирање 1
123/2024	Жика Жижић	103	Астрономија	A111	Астробиологија

Табела: Уписани курсеви



Проблем редундантности

- Лако се може приметити да се неки подаци понављају више пута
 - Име студента са индексом 12/2025, Пера Перић, се јавља три пута
 - Назив студијског програма са идентификатором 102, Информатика, се јавља три пута
 - Назив предмета са шифром Р101, Програмирање 1, се јавља два пута
 - ...
- Оваква редундантност у подацима доводи до већег броја проблема
 - Један од њих је беспотребно заузимање меморијских ресурса
 - Други проблем су тзв. аномалије које потенцијално настају услед операција над оваквом табелом и које отежавају или онемогућују њихово извршавање



Проблем редундантности - аномалије

- Аномалије ажурирања - да би ажурирали неки податак, морамо ажурирати све његове копије (Пера Перић је променио име у Томо Жезнати, морамо ажурирати три реда у табели)
- Аномалије брисања - брисање неког податка може бити немогуће без брисања још неких података (предмет Астробиологија је укинут, податке о њему не можемо обрисати без брисања података о студенту Жика Жикић, осим ако не користимо NULL вредности)
- Аномалије додавања - додавање неког податка може бити немогуће без додавања још неких података (не можемо додати нови предмет без додавања података о неком студенту који га је уписао, осим ако не користимо NULL вредности)



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација**
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Елиминација редундантности

- Узрок редундантности у подацима је њихово неприродно груписање
 - Зашто су сви подаци о студентима, предметима и студијским програмима смештени у исту релацију (табелу)?
- Проблем можемо решити разбијањем (декомпоновањем) проблематичне релације на мање
 - Како да знамо на које релације треба да декомпонујемо (шта је то „природно” груписање)?
 - Да ли је некако могуће аутоматизовати овај процес?
- Одговор на претходна питања нам дају концепти **функционалних зависности** и **нормалних форми**



Функционалне зависности

- **Дефиниција:** Нека је R релација и X и Y непразни подскупови атрибута релације R . Скуп торки r релације R задовољава функционалну зависност $X \rightarrow Y$ ако за сваки пар торки t_1 и t_2 важи $t_1.X = t_2.X \Rightarrow t_1.Y = t_2.Y$, при чему $t.X$ представља пројекцију торке t на скуп атрибута X .
- Интуитивно, функционална зависност $X \rightarrow Y$ значи да на основу вредности скупа атрибута X можемо једнозначно да одредимо вредности скупа атрибута Y . Ово ће нам помоћи приликом груписања атрибута, тј. избора скупова атрибута приликом декомпоновања релације.



Функционалне зависности - пример

Индекс	Име и презиме студента	Ид. студ. програма	Назив студ. програма	Шифра предмета	Назив предмета
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P101	Програмирање 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	M103	Анализа 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P103	УОАР 1
29/2023	Мика Микић	101	Математика	M123	Топологија А
29/2023	Мика Микић	101	Математика	P101	Програмирање 1
123/2024	Жика Жикић	103	Астрономија	A111	Астробиологија

Анализом торки у горњој табели и строго пратећи дефиницију, неке потенцијалне функционалне зависности су:

- {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
- {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
- {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}
- {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}
- {назив предмета} $\rightarrow$ {шифра предмета}
- {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {индекс}



Да ли су све ове функционалне зависности и оправдане? Пошто смо их добили на основу малог скупа података, врло је могуће да неке од њих важе на овом конкретном скупу од 6 торки, али не важе и за сваки могући скуп торки у датој релацији.

- **{назив студијског програма} → {ид. студијског програма}** - Шта ако студијски програми различитих нивоа (па тиме и идентификатора) имају исти назив?
- **{назив предмета} → {шифра предмета}** - Шта ако постоје два предмета са истим називом, али имају различиту шифру јер се држе по другом програму (нпр. различите акредитације)?
- **{ид. студијског програма} → {индекс}** - Шта ако више од једног студента може да студира на неком студијском програму (што је врло извесно)?



- Према претходним констатацијама, из претходног примера задржавамо наредни скуп функционалних зависности:
 - $\{\text{индекс}\} \rightarrow \{\text{име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}\}$
 - $\{\text{ид. студијског програма}\} \rightarrow \{\text{назив студијског програма}\}$
 - $\{\text{шифра предмета}\} \rightarrow \{\text{назив предмета}\}$
- **Важна напомена** - ограничени скуп торки (подскуп свих могућих торки) неке релације нам може дати само кандидате за функционалне зависности и увек треба имати у виду које од њих заправо важе у систему који моделирамо



Функционалне зависности - особине

- Основне особине функционалних зависности су:
 - $X \supseteq Y \Rightarrow X \rightarrow Y$ (рефлексивност)
 - $X \rightarrow Y \Rightarrow (\forall Z) XZ \rightarrow YZ$ (проширивост)
 - $X \rightarrow Y \wedge Y \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow Z$ (транзитивност)
- Две битне изведене особине:
 - $X \rightarrow Y \wedge X \rightarrow Z \Rightarrow X \rightarrow YZ$ (унија)
 - $X \rightarrow YZ \Rightarrow X \rightarrow Y \wedge X \rightarrow Z$ (декомпозиција)



Функционалне зависности - кандидати за кључ

- Да ли постоји веза између примарног кључа релације и функционалних зависности?
 - Одговор: Да!
- **Дефиниција:** Скуп атрибута X релације R је кандидат за кључ ако важе наредна два услова:
 - (услов јединствености) X одређује све вредности атрибута релације R , односно постоји функционална зависност $X \rightarrow R_a$, где R_a представља скуп свих атрибута релације R .
 - (услов минималности) Не постоји прави подскуп Y атрибута из X таквих да важи $Y \rightarrow R_a$ (интуитивно - нема вишка атрибута у X).
- **Важна напомене:**
 - За сваку релацију постоји барем један кандидат за кључ (ако не постоји мањи, онда цео скуп атрибута)
 - Релација може имати више од једног кандидата за кључ



Функционалне зависности - кандидати за кључ

- За одређивање кандидата за кључ користи се итеративни алгоритам
- Починемо од скупова атрибута кардиналности један
 - Ако неки такав скуп испуњава услов јединствености, он је кандидат за кључ и није потребно разматрати његове надскупове
 - Настављамо поступак са скуповима атрибута кардиналности два, три, ...
- Испуњење услова јединствености проверавамо проналажењем затворења скупа атрибута X (који све атрибути функционално зависе од X), у ознаци X^+ , применом особина функционалних зависности
- Овај поступак се може и убрзати
 - Ако се атрибут A не јавља са десне стране ни једне функционалне зависности, онда је он сигурно део свих кандидата за кључ
 - Ако се атрибут A јавља само са десне стране неке функционалне зависности, онда он сигурно није део ни једног кандидата за кључ



Функционалне зависности - кандидати за кључ - пример

Одредити све кандидате за кључ у релацији **УписаниКурсеви**(индекс, име и презиме студента, ид. студентског програма, назив студентског програма, шифра предмета, назив предмета) са наредним функционалним зависностима:

- {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
- {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
- {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}



- Сигурно су део кључа: {индекс, шифра предмета}
- Сигурно нису део кључа: {име и презиме студента, назив предмета}
- Да ли је $A = \{\text{индекс, шифра предмета}\}$ кандидат за кључ?
 - $A^+ = \{\text{индекс, шифра предмета, име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма, назив предмета}\}$
 - Ово су сви атрибути дате релације, те је испуњен услов јединствености. Додатно, испуњен је и услов минималности, јер сваки кандидат за кључ сигурно садржи ова два атрибута. Следи да је {индекс, шифра предмета} једини кандидат за кључ у релацији **УписаниКурсеви**.



Нормализација

- Нормализација је поступак трансформације релација њиховим декомпоновањем на мање релације, при чему функционалне зависности сваке од тих релација задовољавају одређене услове дефинисане тзв. **нормалним формама**.
- Свака нормална форма смањује ниво редундантности у подацима у односу на претходну.
- У процесу нормализације се трудимо да очувамо оригиналне функционалне зависности, тј. да осигурамо да је могуће реконструисати све функционалне зависности на декомпонованим релацијама.
 - За неке нормалне форме ово некада није могуће осигурати.



Нормализација - пример који ће се користити

У на сваку ће се користити већ познати пример релације уписаних курсева.

Индекс	Име и презиме студента	Ид. студ. програма	Назив студ. програма	Шифра предмета	Назив предмета
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P101	Програмирање 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	M103	Анализа 1
12/2025	Пера Перић	102	Информатика	P103	УОАР 1
29/2023	Мика Микић	101	Математика	M123	Топологија А
29/2023	Мика Микић	101	Математика	P101	Програмирање 1
123/2024	Жика Жиких	103	Астрономија	A111	Астробиологија

Скуп функционалних зависности (ради потпуности примера, претпоставићемо да сваки студијски програм има јединствен назив):

- {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
- {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
- {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}
- {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}



Нормализација - прва нормална форма

- За релацију R кажемо да је у првој нормалној форми (**1НФ**) уколико сваки атрибут има само атомичне вредности.
- Када би, на пример, наша релација имала атрибут *предмети* који представља низ уписаних предмета, она не би била у 1НФ.
- Релациони модел већ претпоставља да су сви атрибути атомични, па ће се за све даље примере тривијално подразумевати да су у 1НФ.



Нормализација - друга нормална форма

Релација R је у другој нормалној форми (2НФ) уколико:

- Релација R је у 1НФ.
- Нема некључних атрибута (оних који нису део ни једног кандидата за кључ) који функционално зависе од правог подскупа **неког** (било ког у случају да их има више) кандидата за кључ.

Вратимо се на наш пример релације **УписанКурс**:

- ❶ {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
- ❷ {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
- ❸ {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}
- ❹ {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}

Једини кандидат за кључ је {индекс, шифра предмета}. Према томе, функционалне зависности 1 и 4 нарушавају другу нормалну форму:

- Индекс је прави подкуп кандидата за кључ, а име и презиме студента, ид. студијског програма и назив студијског програма су некључни атрибути.
- Шифра предмета је прави подкуп кандидата за кључ, а назив предмета је некључни атрибут.



- Потребно је да извршимо декомпозицију наше релације
- Декомпозицију ћемо вршити по проблематичним функционалним зависностима
- Нека је дата релација R са атрибутима R_a и функционална зависности $X \rightarrow Y$:
 - Декомпозиција по тој функционалној зависности даје релацију R_1 са атрибутима $X \cup Y$ и R_2 са атрибутима $R_a \setminus Y$
 - Оригиналну релацију можемо реконструисати природним спајањем R_1 и R_2 по атрибуту X



Декомпозицијом релације **УписанКурс** по функционалној зависности 1 добијамо наредне две релације:

- Студент(индекс, име и презиме студента, ид. студијског програма, назив студијског програма)
 - ❶ {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
 - ❷ {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
 - ❸ {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}Кандидат за кључ: {индекс}
- УписанКурс(индекс, шифра предмета, назив предмета)
 - ❶ {**шифра предмета**} $\rightarrow$ {**назив предмета**}Кандидат за кључ: {индекс, шифра предмета}



Релација **Студент** се налази у 2НФ, али релацију **УписанКурс** морамо декомпоновати по {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}:

- Студент(индекс, име и презиме студента, ид. студијског програма, назив студијског програма)
 - 1 {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}
 - 2 {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
 - 3 {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}Кандидат за кључ: {индекс}
- Предмет(шифра предмета, назив предмета)
 - 1 {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}Кандидат за кључ: {шифра предмета}
- УписанКурс(индекс, шифра предмета)
Кандидат за кључ: {индекс, шифра предмета}



- Релације Студент, Предмет и УписанКурс су сада у 2НФ
- Њиховим спајањем можемо реконструисати оригиналну релацију
- Све функционалне зависности су очуване
- **ВАЖНО:** Нормализацију до друге нормалне форме је УБЕК могуће спровести без губитка функционалних зависности



Нормализација - трећа нормална форма

Релација R је у трећој нормалној форми (3НФ) уколико:

- Релација R је у 2НФ.
- За сваку функционалну зависности $X \rightarrow A$, где је X подкуп атрибута релације R и A неки атрибут те релације важи бар једно од:
 - $A \in X$ (тривијална зависност)
 - X је наткључ (надкуп неког кључа)
 - A је део неког кључа



Ако погледамо релације које смо претходно довели до 2НФ, приметимо да функционалне зависности 2 и 3 у релацији Студент нарушавају 3НФ:

- Студент(индекс, име и презиме студента, ид. студијског програма, назив студијског програма)

❶ {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма, назив с. програма}

❷ {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}

❸ {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}

Кандидат за кључ: {индекс}

- Предмет(шифра предмета, назив предмета)

❶ {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}

Кандидат за кључ: {шифра предмета}

- УписанКурс(индекс, шифра предмета)

Кандидат за кључ: {индекс, шифра предмета}



Можемо декомпоновати и по ф.з. 1 и по ф.з. 2, али бирамо ф.з. 1 да би у релацији Студент остао ид. студијског програма, а не његов назив:

- СтудијскиПрограм(ид. студијског програма, назив студијског програма)
 - ❶ {ид. студијског програма} $\rightarrow$ {назив студијског програма}
 - ❷ {назив студијског програма} $\rightarrow$ {ид. студијског програма}
 - Кандидати за кључ: {ид. студијског програма}, {назив студијског програма}
- Студент(индекс, име и презиме студента, ид. студијског програма)
 - ❶ {индекс} $\rightarrow$ {име и презиме студента, ид. с. програма}
 - Кандидат за кључ: {индекс}
- Предмет(шифра предмета, назив предмета)
 - ❶ {шифра предмета} $\rightarrow$ {назив предмета}
 - Кандидат за кључ: {шифра предмета}
- УписанКурс(индекс, шифра предмета)
 - Кандидат за кључ: {индекс, шифра предмета}



- Релације Студијски Програм, Студент, Предмет и Уписан Курс су сада у ЗНФ
- Њиховим спајањем можемо реконструисати оригиналну релацију
- Све функционалне зависности су очуване
- **ВАЖНО:** Нормализацију до треће нормалне форме је УБЕК могуће спровести без губитка функционалних зависности
 - Напомена - можда ћете приметити да је при последњој декомпозицији нестао атрибут **назив студијског програма** са десне стране функционалне зависности у релацији Студент. То је у реду, јер након спајања релација Студент и Студијски програм, због особине транзитивности функционалних зависности, можемо реконструисати и ову зависност.



Нормализација - Бојс-Кодова нормална форма

Релација R је у Бојс-Кодовој нормалној форми (БКНФ/BCNF) уколико:

- Релација R је у 3НФ.
- За сваку функционалну зависност $X \rightarrow A$, где је X подскуп атрибута релације R и A неки атрибут те релације важи бар једно од:
 - $A \in X$ (тривијална зависност)
 - X је наткључ (надскуп неког кључа)
- За разлику од 3НФ, више нема довољног услова да A буде део кључа



- Можемо приметити да су наше релације већ у Бојс-Кодовој нормалној форми
- Није редак случај да трансформацијом до 3НФ стигнемо и до БКНФ
- Међутим, ово није увек случај - у неким ситуацијама чак и није могуће очувати све функционалне зависности приликом нормализације до БКНФ (прва нормална форма за коју то важи)

Процесом нормализације стигли смо до наредних табела:

Ид. студ. програма	Назив студ. програма	Индекс	Име и презиме студента	Ид. студ. програма
101	Математика	12/2025	Пера Перић	102
102	Информатика	29/2023	Мика Микић	101
103	Астрономија	123/2024	Жика Жикић	103

Шифра предмета	Назив предмета	Индекс	Шифра предмета
P101	Програмирање 1	12/2025	P101
P101	УОАР 1	12/2025	M103
M103	Анализа 1	12/2025	P103
M123	Топологија А	29/2023	M123
A111	Астробиологија	29/2023	P101
		123/2024	A111

Табела: Студијски Програм, Студент, Предмет, Уписан Курс

Аномалије ажурирања, брисања и додавања су решене!

35 / 61



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунадантности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције**
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Задатак

Дата је наредна релација:

Пројекција(ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр)

У њој важе наредне функционалне зависности:

- ❶ {ид. биоскопа} $\rightarrow$ {назив, адреса, број телефона}
- ❷ {број телефона} $\rightarrow$ {адреса}
- ❸ {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {редитељ, жанр, шифра пројекције}
- ❹ {шифра пројекције} $\rightarrow$ {име филма}

Нормализовати релацију до Бојс-Кодове нормалне форме. Ако је то могуће, очувати све функционалне зависности.



Решење

Одредимо кандидате за кључ у релацији **Пројекција**:

- Сигурно су део кључа: {ид. биоскопа}
- Сигурно нису део кључа: {назив, адреса, редитељ, жанр}
- {ид. биоскопа}₊ = {ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона}
- {**ид. биоскопа, име филма**}₊ = {ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр}
- {**ид. биоскопа, шифра пројекције**}₊ = {ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр}



Функционална зависност 1 у релацији **Пројекција** нарушава 2НФ:

- Пројекција(ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр)

- 1 {ид. биоскопа} $\rightarrow$ {назив, адреса, број телефона}
- 2 {број телефона} $\rightarrow$ {адреса}
- 3 {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {редитељ, жанр, шифра пројекције}
- 4 {шифра пројекције} $\rightarrow$ {име филма}

Кандидати за кључ: {ид. биоскопа, име филма}, {ид. биоскопа, шифра пројекције}



Декомпозицијом по проблематичној ф.з. добијамо наредне две релације:

- Биоскоп(ид. биоскопа, назив, адреса, број телефона)
 - 1 {ид. биоскопа} $\rightarrow$ {назив, адреса, број телефона}
 - 2 {број телефона} $\rightarrow$ {адреса}Кандидат за кључ: {ид. биоскопа}
- Пројекција(ид. биоскопа, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр)
 - 1 {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {редитељ, жанр, шифра пројекције}
 - 2 {шифра пројекције} $\rightarrow$ {име филма}Кандидати за кључ: {ид. биоскопа, име филма}, {ид. биоскопа, шифра пројекције}

Обе релације су сада у 2НФ. Међутим, друга функционална зависност у релацији **Биоскоп** нарушава 3НФ.



Декомпозицијом по проблематичној ф.з. добијамо наредно стање:

- Контакт(број телефона, адреса)
 - ① $\{\text{број телефона}\} \rightarrow \{\text{адреса}\}$
Кандидат за кључ: {број телефона}
- Биоскоп(ид. биоскопа, назив, број телефона)
 - ① $\{\text{ид. биоскопа}\} \rightarrow \{\text{назив, број телефона}\}$
Кандидат за кључ: {ид. биоскопа}
- Пројекција(ид. биоскопа, име филма, шифра пројекције, редитељ, жанр)
 - ① $\{\text{ид. биоскопа, име филма}\} \rightarrow \{\text{редитељ, жанр, шифра пројекције}\}$
 - ② **$\{\text{шифра пројекције}\} \rightarrow \{\text{име филма}\}$**
Кандидати за кључ: {ид. биоскопа, име филма}, {ид. биоскопа, шифра пројекције}

Ове три релације су у ЗНФ. Међутим, друга функционална зависност у релацији **Пројекција** нарушава БКНФ.



Декомпозицијом по проблематичној ф.з. добијамо наредно стање:

- Контакт(број телефона, адреса) ...
- Биоскоп(ид. биоскопа, назив, број телефона) ...
- Филм(шифра пројекције, име филма)
 - ❶ {шифра пројекције} $\rightarrow$ {име филма}
 - Кандидат за кључ: {шифра пројекције}
- Пројекција(ид. биоскопа, шифра пројекције, редитељ, жанр)
 - ❶ ?

Релације су сада у БКНФ. Међутим, пошто смо из релације **Пројекција** атрибут **име филма** пребацили у релацију **Филм**, изгубили смо њену прву функционалну зависност.



Пробајмо да сачувамо ф.з. тако што ћемо, уместо друге, прво декомпоновати по делу прве функционалне зависности:

- Контакт(број телефона, адреса) ...
- Биоскоп(ид. биоскопа, назив, број телефона) ...
- Филм(ид. биоскопа, име филма, редитељ, жанр)
 - ① {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {редитељ, жанр}
 - Кандидат за кључ: {ид. биоскопа, име филма}
- Пројекција(ид. биоскопа, име филма, шифра пројекције)
 - ① {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {шифра пројекције}
 - ② {шифра пројекције} $\rightarrow$ {име филма}
 - Кандидати за кључ: {ид. биоскопа, име филма}, {ид. биоскопа, шифра пројекције}

Друга функционална релације **Пројекција** зависност опет нарушава БКНФ. 43/61



Када би покушали да даље декомпонујемо релацију **Пројекција** по проблематичној функционалној зависности, опет би избуили функционалну зависност {ид. биоскопа, име филма} $\rightarrow$ {шифра пројекције}. Заправо, у овом случају је немогуће нормализовати до Бојс-Кодове нормалне форме без губитка неке функционалне зависности.

Функционалне зависности облика $AB \rightarrow C$, $C \rightarrow B$ су чувени пример ф.з. које не допуштају нормализацију до БКНФ без губитка једне од њих.



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне**
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Задатак

Дата је наредна релација:

Колумна(шифра листа, назив листа, шифра колумне, садржај, категорија, шифра уредника, име уредника)

У њој важе наредне функционалне зависности:

- ① {шифра листа, шифра колумне} $\rightarrow$ {садржај}
- ② {шифра листа} $\rightarrow$ {назив листа, шифра уредника}
- ③ {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија}
- ④ {шифра уредника} $\rightarrow$ {име уредника}

Нормализовати релацију до Бојс-Кодове нормалне форме. Ако је то могуће, очувати све функционалне зависности.



Решење

Одредимо кандидате за кључ у релацији **Колумна**:

- Сигурно су део кључа: {шифра листа, шифра колумне}
- Сигурно нису део кључа: {назив листа, садржај, категорија}
- **{шифра листа, шифра колумне}+** = {шифра листа, назив листа, шифра колумне, садржај, категорија, шифра уредника, име уредника}



Функционалне зависности 2 и 3 у релацији **Колумна** нарушавају 2НФ:

- Колумна(шифра листа, назив листа, шифра колумне, садржај, категорија, шифра уредника, име уредника)

- 1 {шифра листа, шифра колумне} $\rightarrow$ {садржај}
- 2 {шифра листа} $\rightarrow$ {назив листа, шифра уредника}
- 3 {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија}
- 4 {шифра уредника} $\rightarrow$ {име уредника}

Кандидат за кључ: {шифра листа, шифра колумне}



Покушајмо са декомпозицијом по другој функционалној зависности:

- Лист(шифра листа, назив листа, шифра уредника)
 - ❶ $\{\text{шифра листа}\} \rightarrow \{\text{назив листа, шифра уредника}\}$
Кандидат за кључ: $\{\text{шифра листа}\}$
- Колумна(шифра листа, шифра колумне, садржај, категорија, име уредника)
 - ❶ $\{\text{шифра листа, шифра колумне}\} \rightarrow \{\text{садржај}\}$
 - ❷ $\{\text{шифра колумне}\} \rightarrow \{\text{категорија}\}$
 - ❸ ?

Кандидат за кључ: $\{\text{шифра листа, шифра колумне, име уредника}\}$

Изгубили смо функционалну зависност $\{\text{шифра уредника}\} \rightarrow \{\text{име уредника}\}$!

Морамо да декомпонујемо на друге релације да би је очували.



Због губитка функционалне зависности $\{\text{шифра уредника}\} \rightarrow \{\text{име уредника}\}$ у претходном покушају, прво ћемо декомпоновати по њој, иако она не нарушава 2НФ директно:

- Уредник(шифра уредника, име уредника)
 - ① $\{\text{шифра уредника}\} \rightarrow \{\text{име уредника}\}$
Кандидат за кључ: $\{\text{шифра уредника}\}$
- Колумна(шифра листа, назив листа, шифра колумне, садржај, категорија, шифра уредника)
 - ① $\{\text{шифра листа, шифра колумне}\} \rightarrow \{\text{садржај}\}$
 - ② $\{\text{шифра листа}\} \rightarrow \{\text{назив листа, шифра уредника}\}$
 - ③ $\{\text{шифра колумне}\} \rightarrow \{\text{категорија}\}$
 - Кандидат за кључ: $\{\text{шифра листа, шифра колумне}\}$

И даље морамо да решимо ф.з. које нарушавају 2НФ.



Покушајмо поново са декомпозицијом по {шифра листа} $\rightarrow$ {назив листа, шифра уредника}:

- Уредник(шифра уредника, име уредника)
 - ❶ {шифра уредника} $\rightarrow$ {име уредника}
Кандидат за кључ: {шифра уредника}
- Лист(шифра листа, назив листа, шифра уредника)
 - ❶ {шифра листа} $\rightarrow$ {назив листа, шифра уредника}
Кандидат за кључ: {шифра листа}
- Колумна(шифра листа, шифра колумне, садржај, категорија)
 - ❶ {шифра листа, шифра колумне} $\rightarrow$ {садржај}
 - ❷ {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија}
 - Кандидат за кључ: {шифра листа, шифра колумне}

Функционална зависност {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија} и даље нарушава
2НФ.



Декомпонујемо по ф.з. {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија}:

- Уредник(шифра уредника, име уредника)
 - ❶ {шифра уредника} $\rightarrow$ {име уредника}
Кандидат за кључ: {шифра уредника}
- Лист(шифра листа, назив листа, шифра уредника)
 - ❶ {шифра листа} $\rightarrow$ {назив листа, шифра уредника}
Кандидат за кључ: {шифра листа}
- Категоризација(шифра колумне, категорија)
 - ❶ {шифра колумне} $\rightarrow$ {категорија}
Кандидат за кључ: {шифра колумне}
- Колумна(шифра листа, шифра колумне, садржај)
 - ❶ {шифра листа, шифра колумне} $\rightarrow$ {садржај}
Кандидат за кључ: {шифра листа, шифра колумне}



Добијене релације Уредник, Лист, Категоризација и Колумна су у 2НФ, али такође и у 3НФ и у Бојс-Кодовој нормалној форми. Није изгубљена ни једна функционална зависност.



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине**
- 7 Пример - Доставе
- 8 Додатак



Задатак

Дата је релација **Поруџбине** која је описана наредном табелом:

Ид. госта	Име	Године	Ид. јела	Назив	Тип	Цена	Конобар	Контакт
101	Ана Анић	28	1	Цезар салата	салата	700	marko12	marko@gmail.com
101	Ана Анић	28	2	Пица	италијанска	1000	marko12	marko@gmail.com
102	Јован Јовановић	30	5	Бургер	роштиљ	800	mira78	mira@gmail.com
103	Марко Марковић	23	2	Пица	италијанска	1000	marko12	marko@gmail.com
104	Пера Перић	28	6	Паста	италијанска	850	uros91	uros@gmail.com
101	Ана Анић	28	4	Бургер	роштиљ	1000	uros91	uros@gmail.com
105	Јован Јовановић	21	3	Пасуљ	домаћа	680	mira78	mira@gmail.com



- ❶ Дат је скуп функционалних зависности Φ : {
 {ид. госта $\rightarrow$ име}, {ид. госта $\rightarrow$ године}, {име $\rightarrow$ године},
 {ид. јела $\rightarrow$ назив}, {ид. јела $\rightarrow$ тип}, {ид. јела $\rightarrow$ цена},
 {назив $\rightarrow$ цена}, {назив $\rightarrow$ тип}, {конобар $\rightarrow$ контакт},
 {контакт $\rightarrow$ конобар}
}

Из њега је потребно избацити оне функционалне зависности које сигурно не важе на основу приложене табеле.

- ❷ Довести релацију **Поруџбине**, са тако модификованим скупом функционалних зависности, до Бојс-Кодове нормалне форме.



Решење

- 1 Праћењем дефиниције функционалних зависности, на основу доступних података елиминишемо означене ф.з. Φ :
 $\{\text{ид. госта} \rightarrow \text{име}\}, \{\text{ид. госта} \rightarrow \text{године}\}, \{\text{име} \rightarrow \text{године}\},$
 $\{\text{ид. јела} \rightarrow \text{назив}\}, \{\text{ид. јела} \rightarrow \text{тип}\}, \{\text{ид. јела} \rightarrow \text{цена}\},$
 $\{\text{назив} \rightarrow \text{цена}\}, \{\text{назив} \rightarrow \text{тип}\}, \{\text{конобар} \rightarrow \text{контакт}\},$
 $\{\text{контакт} \rightarrow \text{конобар}\}$
- 2 Декомпозиција на наредне релације је у БКНФ, без губитка функционалних зависности:
 - Гост(ид. госта, име, године)
 - Јело(ид. јела, назив, цена)
 - Категоризација(назив, тип)
 - Конобар(конобар, контакт)
 - Поруџбина(ид. госта, ид. јела, конобар)



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе**
- 8 Додатак



Задатак

Дата је наредна релација са наведеним функционалним зависностима:

Достава(ид. купца, ид. достављача, рег. бр. возила, датум поруџбине, време поруџбине, ид. поруџбине, тежина пакета, износ, тип испоруке)

- ❶ {ид. поруџбине} $\rightarrow$ {ид. достављача}
- ❷ {ид. достављача} $\rightarrow$ {рег. бр. возила}
- ❸ {ид. достављача, ид. купца, датум поруџбине, време поруџбине}
 $\rightarrow$ {тежина пакета, износ, ид. поруџбине}
- ❹ {рег. бр. возила} $\rightarrow$ {тип испоруке}

Нормализовати релацију до Бојс-Кодове нормалне форме. Ако је могуће, очувати све функционалне зависности.

Помоћ - није могуће! Образложити због чега.



Садржај

- 1 Увод
- 2 Проблем редунаности
- 3 Нормализација
- 4 Пример - Пројекције
- 5 Пример - Колумне
- 6 Пример - Поруџбине
- 7 Пример - Доставе
- 8 **Додатак**



Додатак

- Један користан алат за нормализацију: <http://raymondcho.net/RelationalDatabaseTools/RelationalDatabaseTools.html>