

$$R = (A, B, C, D, E, F)$$

$$F_1 = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, BE \rightarrow C, CE \rightarrow FA, CF \rightarrow BD, D \rightarrow EF \}$$

$$F'_1 = \{ \dots, C \rightarrow A, \dots, \dots, CE \xrightarrow{0} F, \dots \}$$

✓ $C \rightarrow A \Rightarrow CE \xrightarrow{0} A \Rightarrow CE \xrightarrow{0} FA$...

$$F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, ACD \rightarrow B, BE \rightarrow C, CE \rightarrow F, CF \rightarrow BD, D \rightarrow EF \}$$

$$F' = \{ \dots, C \rightarrow A, \dots, ACD \rightarrow B, \dots \}$$

$$F \rightarrow \dots (CD)^+ = (ACD)^+ \xrightarrow{K \rightarrow A} B \checkmark (CD)^+ \dots$$

$$F = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, CD \rightarrow B, BE \rightarrow C, CE \rightarrow F, CF \rightarrow BD, D \rightarrow EF \}$$

$$F' = \{ AB \rightarrow C, C \rightarrow A, BC \rightarrow D, CD \rightarrow B, BE \rightarrow C, CE \rightarrow F, CF \rightarrow D, D \rightarrow EF \} \quad (a)$$

$$(CF)^+ = \underline{\underline{BCDF}}$$

- (CD)⁺ = R
- (CE)⁺ = R
- (BD)⁺ = R
- (BE)⁺ = R
- (CF)⁺ = R
- (AB)⁺ = R
- (BC)⁺ = R

(b)

⑤

$$R = (A, B, C, D, E)$$

$$F = \{B \rightarrow C, A \rightarrow E, C \rightarrow E, A \rightarrow B, A \rightarrow C, B \rightarrow E\}$$

(-)

$$F' = \{A \rightarrow BCE, B \rightarrow CE, C \rightarrow E\}$$

$$F''$$

$$F'$$

$$F'' = \{A \rightarrow BE, B \rightarrow CE, C \rightarrow E\} \rightarrow$$

$$\begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow C \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow C \checkmark$$

$$F'''$$

$$F''$$

$$F''' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow CE, C \rightarrow E\} \rightarrow \begin{cases} A \rightarrow B \\ B \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow A \rightarrow E$$

$$F''''$$

$$F'''$$

$$F'''' = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow E\} \rightarrow \begin{cases} B \rightarrow C \\ C \rightarrow E \end{cases} \Rightarrow B \rightarrow E$$

$$F_D = \{A \rightarrow B, B \rightarrow C, C \rightarrow E\}$$

• a

• b

$$(A|D)^+ = ABCDE \checkmark \checkmark$$

$$CK = \{(AD)\}$$

۲-۹) خطاات: میں مقابلہ مادہ نظر پڑیہ۔

$$R(\underline{a}, \underline{b}, c)$$

$$FD: ab \rightarrow c$$

$$CK = \{(ab)\}$$

این BCNF است و هیچ کلیدهای جزئی یا غیر خفیه ای ندارد همچنین 4NF هم است.

در حالتی که از کلمه "سطح" این است که زمانی که در یک رابطه R به $BCNF$ تبدیل می‌شود، اگر شرط‌های $3NF$ را روی آن چک کنیم، روی آن نیز برقرار باشد. (b) بله، چون زمانی که R به $BCNF$ تبدیل می‌شود، $3NF$ را نیز برقرار می‌کند.

فرض کنید $R = (R_1, \dots, R_n)$ یک شکست می‌باشد. F_i (restriction) R

هر روی R_i که شرط‌ها را بر می‌آورد یا Q جزو $superkey$ بودن را دارند که این شرط در $3NF$ هم وجود دارد و آن را $satisfy$ می‌کند و در حالت $3NF$ هم هست. Q مستقل از سطح در این قسمت را در بالا تعریف کردم. (c) خیر؛ مثال نقض:

$$R = (x, y, z)$$

	BCNF	3NF
F.D: $x, z \rightarrow y$	✓	✓
$y \rightarrow z$	X	✓

$$CK = \{(xz), (xy)\}$$

می‌بینیم که $3NF$ است ولی $BCNF$ نیست.

- ۳

$$R(A, B, C, D, E)$$

$$FD = \{A \rightarrow BC, \\ CD \rightarrow E, \\ CB \rightarrow D, \\ E \rightarrow A\}$$

$$\{(A), (BC), (CD), (E)\}$$

$$BCNF: \quad ① \checkmark \quad ② \checkmark \quad ③ X \quad ④ \checkmark$$

$$3NF: \quad ① \checkmark \quad ② \checkmark \quad ③ \checkmark \quad ④ \checkmark$$

$$4NF: \quad ① \checkmark \quad ② \checkmark \quad ③ X \quad ④ \checkmark$$

در این سوال MVD نداریم و هم به صورت \rightarrow و \rightarrow^2 نمی‌توانیم. بنابراین نسبت به $BCNF$ و $4NF$ جواب یکسان است.

(A)
(B)

$R_1 = (A, B, C)$
 $R_2 = (A, D, E)$

(b)

$$R_1 \cap R_2 = (A)$$

بیشترین دهم $A \rightarrow R_1 \subseteq A \rightarrow R_2$ وجود دارد F^+

$$(A)^+ = ABCDE$$

$(A)^+$ برابر R_1 است پس $A \rightarrow ABC$ وجود دارد پس lossless است

(c)

- ① $A \rightarrow BC \checkmark$
- ② $CD \rightarrow E \times$
- ③ $B \rightarrow D$
- ④ $E \rightarrow A$

برای ①:

$$\left\{ \begin{array}{l} z = A \\ (A \cap ABC)^+ \cap ABC = (A)^+ \cap ABC = ABCDE \cap ABC = BC \end{array} \right.$$

که ادسی، هستی وجود دارد \checkmark

برای ②:

$$\left\{ \begin{array}{l} z = CD \\ (CD \cap ABC)^+ \cap ABC = (C)^+ \cap ABC = C \Rightarrow z = CD \end{array} \right.$$

$$\left\{ \begin{array}{l} z = CD \\ (CD \cap ADE)^+ \cap ADE = (D)^+ \cap ADE = D \Rightarrow z = CD \end{array} \right.$$

$E \rightarrow z$ وجود ندارد پس این FD ، حفظ نمی کند پس $dependency$ preserve نیست \times

①

(d)

$R_1(A B C)$

$R_2(C D E)$

$R_1 \cap R_2 = C$

$(C)^+ = C$

$C \rightarrow C \sim \text{trivial}$

چون $C \rightarrow R_1$ یا $C \rightarrow R_2$ نیست پس می توانیم بگوییم حتماً lossless است، دنبال سببی می گردیم:

A	B	C	D	E
A ₁	B ₁	C ₁	D ₁	E ₁
A ₂	B ₂	C ₁	D ₂	E ₂

A	B	C
A ₁	B ₁	C ₁
A ₂	B ₂	C ₁

R_1

C	D	E
C ₁	D ₁	E ₁
C ₂	D ₂	E ₂

R_2

حاصل $R_1 \bowtie R_2$ برابر R نیست پس lossy است (۲ رکورد و $R_1 \bowtie R_2$ ۴ رکورد دارد)
علت هم این است که FD های گونه ای هستند که C را نمی توان به صورت unique نسبت به
بقیه مشخص کرد.

$R = (A B C D E)$

$CK = \{(A), (BC), (CD), (E)\}$

(e)

FD: $DA \rightarrow BC$

⊙ $CD \rightarrow E$

⊙ $B \rightarrow D$

⊙ $E \rightarrow A$

$R_1 = (B, D) \quad R_2 = (A, B, C, E)$

$\hookrightarrow B \rightarrow D \checkmark \quad \hookrightarrow \begin{cases} A \rightarrow BC \times \\ E \rightarrow A \checkmark \end{cases} \quad CK = \{(E)\}$

decompose بر سببی ③

$R_1 = (B D) \quad R_{11} = (A B C) \quad R_{22} = (A E)$
 $\hookrightarrow A \rightarrow BC \checkmark \quad \hookrightarrow E \rightarrow A \checkmark$

decompose بر سببی ①

به نظر BCNF می آید، باید چک کنیم که بعد از decomposition BCNF باشد تحت F^+

Ⓡ

$R = (A, B, C, D, E, F, G)$

$F = \{ BCD \rightarrow A, \\ BC \rightarrow E, \\ A \rightarrow F, \\ F \rightarrow G, \\ C \rightarrow D, \\ A \rightarrow G, \\ A \rightarrow B \}$

$F = \{ A \rightarrow BFG \\ BC \rightarrow D \\ CF \rightarrow G \\ BC \rightarrow E \\ BCD \rightarrow A \}$

(a)

$(C)^+ = CD$

$(AC)^+ = ABCDEFG$

$(BC)^+ = ABCDEFG$

$(CD)^+ =$

$(CE)^+ = CDE$

$(CF)^+ = CDEFG$

$(CG)^+ = CG$

$(CDEFG)^+ = CDEFG$

$CK = \{(AC), (BC)\}$

$BCNF: \text{No}$

$3NF: \text{No}$

$\text{①} \times$ $\text{②} \times$ $\text{③} \checkmark$ $\text{④} \checkmark$
 $\text{⑤} \times$ $\text{⑥} \times$ $\text{⑦} \checkmark$ $\text{⑧} \checkmark$

BCNF is 3NF

(b) Decompose into 3NF

$F' = \{ A \rightarrow BF$

$C \rightarrow D$

$F \rightarrow G \rightarrow$

$BC \rightarrow E$

$BCD \rightarrow A$

$\}$

$F' = \{ A \rightarrow BF$

$C \rightarrow D$

$F \rightarrow G \rightarrow$

$BC \rightarrow E$

$BC \rightarrow A$

$\}$

$F' = \{ A \rightarrow BF$

$C \rightarrow D$

$F \rightarrow G$

$BC \rightarrow AE$

$\}$

decompose into 3NF

$R_1 = (A, B, F)$

$R_2 = (C, D)$

$R_3 = (F, G)$

$R_4 = (A, B, C, E)$

CK is a set of R_1, \dots, R_n which is a lossy decomposition

⑤

(C

$$R = (A, B, C, D, E, F, G)$$

$$F = \{ DA \rightarrow BFG, X$$

$$\textcircled{1} C \rightarrow D, X$$

$$\textcircled{2} F \rightarrow G, X$$

$$\textcircled{3} BC \rightarrow E, \checkmark$$

$$\textcircled{4} BCD \rightarrow A, \checkmark$$

: ① r. decomp

$$R_1 = (A, B, F, G) \left\{ \begin{array}{l} A \rightarrow BFG \\ F \rightarrow G \end{array} \right. \quad CK = \{(A)\} \checkmark$$

$$R_2 = (A, C, D, E) \left\{ \begin{array}{l} C \rightarrow D \end{array} \right. \quad CK = \{(ACE)\} X$$

: ② r. decomp

$$R_1 = (A, B, F, G)$$

$$R_{r1} = (C, D)$$

$$R_{rr} = (A, C, E)$$

: ③ R₁ decomp

$$R_{11} = (F, G)$$

$$R_{12} = (A, B, F)$$

$$R_{r1} = (C, D)$$

$$R_{rr} = (A, C, E)$$

خارجی کیلئے یہ BCNF ہے؟

$$R_{11}: (F)^+ = FG \checkmark$$

$$R_{12}: (A)^+ = ABFG \checkmark \quad (F)^+ = FG \checkmark$$

$$R_{r1}: (C)^+ = CD \checkmark$$

$$R_{rr}: (A)^+ = ABFG \checkmark \quad (C)^+ = CD \checkmark$$

: ④ BCNF

Book: ✓ Title Number ~ غیر یکتا، توسط کتابخانه

✓ ISBN

✓ Copy Number

✓ Title

✓ Publish Year

✓ Author Name

✓ Author Nationality

PK: (ISBN, Copy Number, Author Name)

Customer: ~~number~~

Customer Number ~ شماره مشتری فرد

ID Number ~ شماره ملی

Name

Address

Phone Number

Book Number ~ تعداد کتاب - های که در حال حاضر امانت گرفته

PK (Customer Number)

Borrow: Title Number

Copy Number

Customer Number

Date ~ تاریخ امانت گرفتن

Borrower Name ~ نام فردی که کتاب را امانت گرفته

PK (Title Number, Copy Number)

مفروضات بران کی سوال:

توضیح PublishYear : در چاپ های مختلف تغییر می کند.

توضیح ISBN : هر کتاب یک ISBN بکشد و تجدید چاپ باعث تغییر آن می شود.

فرض بر این است که یک شخص می تواند چند کتاب را با آدرس داشته باشد.

توضیح Copy Number : برای هر چاپ از کتاب یک کتاب است مثلاً اگر کتابی ۱۰۰۰ چاپ داشته باشد، این عدد برای هر کدام از کتاب ها عددی بین ۱ تا ۱۰۰۰ است.

واقعاً AuthorName می تواند اینی قرار بگیرد ولی چون

PK است در اینی نگرفتیم که PK درست باقی ماند

Book: ISBN → Title, TitleNumber

احتمال این وجود دارد که چند شخص هم نام داشته باشند
 AuthorName → AuthorNationality → مختلف باشد و کتاب نویسنده می نماند گرفته شد

ISBN, CopyNumber → PublishYear

ISBN → AuthorName

ISBN → CopyNumber

Customer: CustomerNumber → IDNumber, Name, Address, PhoneNumber, BookNumber

IDNumber → CustomerNumber, Name, Address, PhoneNumber

هر شخص فقط یک باری تواند ثبت نام کند.

شماره را به این دلیل MVD نگرفتیم چون در کتاب وجود داشت و عملاً با این PK فقط یک record برای هر شخصی توانستیم بنویسیم.

فرض شده هر شخص فقط یکبار می تواند ثبت نام کند و این چون هم
 تعیین دلیل IDNumber → CustomerNumber داریم.
 mrv attribute ندارد

این جدول کتاب را در Attribute برای اسات و به کتاب در Book کم دارد و به همین دلیل اسات را می توان
 فهمید که اسات کتاب اسات گرفته شده (چون به صورت یک کتاب را مشخص می کند)
 اگر جای TitleNumber، ISBN گذاشته می شود فیلد خاصی می شود و مشکلی ندارد

CustomerNumber \rightarrow Borrower Name

TitleNumber, copyNumber \rightarrow CustomerNumber, Date

Book { TitleNumber, ISBN, copyNumber, Title, Publish Year, AuthorName, AuthorNationality } CK = { (ISBN, copyNumber, AuthorName) } (b)

	BCNF	4NF	3NF
ISBN \rightarrow Title, TitleNumber	X	X	X
AuthorName \rightarrow AuthorNationality	X	X	X
ISBN, copyNumber \rightarrow Publish Year	X	X	X
ISBN \rightarrow Author Name		X	
ISBN \rightarrow copyNumber		X	

Customer: CK = { (CustomerNumber), (IDNumber) }

	BCNF	4NF	3NF
CustomerNumber \rightarrow IDNumber, Name, Address, Phone Number, BookNumber	✓	✓	✓
IDNumber \rightarrow Customer Number, Name, Address, Phone Number	✓	✓	✓

Borrower:

Customer Number \rightarrow Borrower Name

Title number, Copy number \rightarrow Customer Number,
Date

CK: { (Title Number, Copy Number) }

①

3 CMF 4 NF 3 NF

、X

人

x

✓

✓

✓

(c)

مسکلات قبلہ و مفروضات گفتہ شد و بی الا ان آسمانی کہ گفتہ شد را برسی کنیم
بررسی جدول Book :

• به دلیل MTV بدون Authorname باید اطلاعات نگارشی را در جدول وارد کنیم.

• ممکن است بکنند پسند در چند کتاب شرکت داشته باشیم و چون در جدول اصلی است این اطلاعات تکرار می شود

• برای Copy Number های مختلف اطلاعات نگارشی و اماری کینم چون هر کدام به یک کتاب است و در دسترس است آن نگارشی شود.

مرسی جلد : Customer

• فرض کر دیں کہ ہر کاربر چند آدرس یا سٹارہ تاس نڈاٹ، اُتر این دو MTV ہو دندہ

انت) برای هر ورودی $PhonNumber^{uv}$ اضافه را سبب اطلاعات، انتقاد می کردیم که به دست mv بودن آن است

(ب) برای " Address " " " " " " "

برای جدول Borrow :

• مثلاً در این است که برای هر شخصی داریم BorrowerName را نگه می‌داریم (Customer Number \rightarrow BorrowerName) و همین مثلاً سازات در جدول dependency گفته شده را نگه داریم.

• مسئلہ کہ دارم ایسے کہ
 Title Number و Copy Number اصلاً یک شماره کتاب را - صورت یک
 صفحه‌ای گنند و بعد از آن JSBN, Copy Number.

FD (d) FD های این جدول Canonical هستند.

Book: $R_1 = (ISBN, Title, Title Number)$

$R_2 = (AuthorName, AuthorNationality)$

$R_3 = (ISBN, CopyNumber, PublishYear)$

کتاب را می توان به 3 بیت پی آن 1 هم اضافه کنیم.

$R_4 = (ISBN, CopyNumber, AuthorName)$

همچنین جدولی زیر هم می تواند درست باشد

Customer: \checkmark 13NF

Borrower: $R_1 = (CustomerNumber, BorrowerName)$

$R_2 = (TitleNumber, CopyNumber, CustomerNumber, Date)$
ck داخل R_2 آمده \checkmark

همچنین زیر عنوان دیگری باشد

BCNF DECOMPOSITION (C) خاصیت lossless دارد پس اطلاعاتی از بین نمی رود

Books: \checkmark ISBN \rightarrow Title \rightarrow TitleNumber decomposition بر مبنای

$R_1 = (ISBN, Title, TitleNumber) \checkmark \{ ISBN \rightarrow Title, TitleNumber$

$R_2 = (ISBN, CopyNumber, PublishYear, AuthorName, AuthorNationality)$ BCNF

$\hookrightarrow \{ AuthorName \rightarrow AuthorNationality \quad \times$

$\{ ISBN, CopyNumber \rightarrow PublishYear \quad \times$

$CK = \{ (ISBN, CopyNumber, AuthorName) \}$

decompose بر مبنای (d):

$R_{11} = (AuthorName, AuthorNationality) \checkmark$

$R_{22} = (ISBN, CopyNumber, PublishYear, AuthorName) \{ ISBN, CopyNumber \rightarrow PublishYear$

decompose بر سببی (۱۵) :

 $R_{rr1} = (\text{ISBN}, \text{Copy Number}, \text{Publish Year})$ $R_{rrrr} = (\text{ISBN}, \text{Copy Number}, \text{Author Name})$

Customer: نوشتن BCNF است!

Borrower:

decomposition بر سببی $(\text{CustomerNumber} \rightarrow \text{BorrowerName})$: $R_1 = (\text{CustomerName}, \text{BorrowerName})$ $R_2 = (\text{TitleNumber}, \text{Copy Number}, \text{CustomerNumber}, \text{Date})$ جدول R_1 حذف می شود چون در جدول Customer اطلاعات کمتری از آن داده می شود.

توجه: اگر فرض کنیم می توانیم چند نویسنده هم نام از کشور های مختلف داشته باشیم (مثلاً استیو من این موضوع را نامیده گرفته این بود که طبق کلمه ۲ نویسنده یکسان می توانند نوشتن یک کتاب داشته و PK (تفقی شود) دید برای $\text{AuthorName} \rightarrow \text{AuthorName}$ باید decompose کنیم تا اطلاعات از بین نروند.