



دانشگاه صنعتی اصفهان
دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر

عنوان: تکلیف پنجم درس پایگاه داده‌ها ۱

نام و نام خانوادگی: علیرضا ابره فروش

شماره دانشجویی: ۹۸۱۶۶۰۳

نیم سال تحصیلی: پاییز ۱۴۰۰

مدرس: دکتر ناصر قدیری مدرس

دستیاران آموزشی: عارف آسمند - بهاره حاجی هاشمی - پردیس مرادیکی

- سیدمهدی موسوی

۱

مراحل ده‌گانه‌ی طراحی پایگاه داده به شرح زیر است.

۱. **Identify Entities**: نقش‌ها، رویدادها، مکان‌ها، اشیاء ملموس، یا مفاهیمی که نهایتاً کاربر درباره‌ی آن‌ها داده نگه‌داری می‌کند را مشخص کنید.
۲. **Find Relationships**: وابستگی طبیعی بین هر جفت از entityها را با استفاده از یک ماتریس رابطه پیدا کنید.
۳. **Draw Rough ERD**: entityها را در مستطیل‌ها و روابط را روی قسمت‌های خطی که entityها را به هم ربط می‌دهند قرار دهید.
۴. **Fill in Cardinality**: تعداد وقوع یک entity را به ازای وقوع یکتای entity مربوط به آن تعیین کنید.
۵. **Define Primary Keys**: attribute یا attributeهایی که وقوع دقیقاً یک رکورد از هر entity را مشخص می‌کند را مشخص کنید.
۶. **Draw Key-Based ERD**: روابط Many-to-Many را حذف کنید و کلیدهای اصلی و خارجی را در هر entity وارد کنید.
۷. **Identify Attributes**: جزئیات اطلاعاتی (فیلدها) که برای سیستم در حال توسعه الزامی هستند را نام‌گذاری کنید.
۸. **Map Attributes**: هر attribute را با دقیقاً یک entity که آن را توصیف می‌کند، نظیر کنید.
۹. **Draw Fully Attributed ERD**: ERD گام ششم را با entityها و روابط کشف شده در گام هشتم سازگار کنید.
۱۰. **Check Results**: آیا ERD نهایی سیستم داده را به دقت مجسم می‌کند؟

۲

۱.۲ Composite Attribute

برای پیاده‌سازی فیزیکی این نوع attributeها می‌توان هر عنصر آن‌ها را در هر entity همانند attributeهای عادی آن entity به entity اضافه می‌کرد. در طراحی برای متمایز کردنشان می‌توان از indent استفاده کرد.

۲.۲ Multivalued Attribute

برای پیاده‌سازی فیزیکی این نوع attributeها می‌توان یک table متناظر با آن attribute ایجاد کرد و کلید خارجی از entity اولیه برای آن تعریف کرد.

۳

$$F = \{\{M\} \rightarrow \{Q\}, \{Q\} \rightarrow \{N\}, \{N\} \rightarrow \{L, M\}, \{N\} \rightarrow \{L\}, \{P\} \rightarrow \{L\}, \{P\} \rightarrow \{N\}, \}$$

ابتدا وابستگی‌های تابعی را به گونه‌ای که تنها یک attribute در سمت راست آن‌ها قرار داشته باشد بازنویسی می‌کنیم.

$$F =$$

$$\{$$

$$\{M\} \longrightarrow \{Q\},$$

$$\{Q\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{M\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\}$$

حال وابستگی‌های بدیهی را حذف می‌کنیم (چون هیچ وابستگی‌ای که سمت راستش در سمت چپش وجود داشته باشد نداریم پس وابستگی بدیهی وجود ندارد).

$$F =$$

$$\{$$

$$\{M\} \longrightarrow \{Q\},$$

$$\{Q\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{M\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\}$$

سپس سمت چپ هر یک از وابستگی‌ها را کمینه می‌کنیم (کمینه هستند).

$$F =$$

$$\{$$

$$\{M\} \longrightarrow \{Q\},$$

$$\{Q\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{M\},$$

$$\{N\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{L\},$$

$$\{P\} \longrightarrow \{N\},$$

$$\}$$

در آخر وابستگی‌های تکراری را حذف می‌کنیم.

$$F_c = \{ \{M\} \rightarrow \{Q\}, \{Q\} \rightarrow \{N\}, \{N\} \rightarrow \{M\}, \{N\} \rightarrow \{L\}, \{P\} \rightarrow \{N\}, \}$$

۴

ابتدا پوش کانونی را به شکل زیر محاسبه می‌کنیم:

- ابتدا وابستگی تابعی را به یک وابستگی تابعی با یک attribute در سمت راست تبدیل می‌کنیم.

$$F = \{ \{A, B\} \rightarrow \{C\}, \{A\} \rightarrow \{D\}, \{A\} \rightarrow \{E\}, \{B\} \rightarrow \{F\}, \{F\} \rightarrow \{G\}, \{F\} \rightarrow \{H\}, \{D\} \rightarrow \{I\}, \{D\} \rightarrow \{J\} \}$$

- حال وابستگی‌های تابعی بدیهی را پاک می‌کنیم.

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

$$\begin{aligned} &\{F\} \longrightarrow \{G\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{H\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{I\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{J\} \\ &\} \end{aligned}$$

• سپس attribute های سمت چپ هر وابستگی تابعی را کمینه می‌کنیم.

$$\begin{aligned} F = & \\ &\{ \\ &\{A, B\} \longrightarrow \{C\}, \\ &\{A\} \longrightarrow \{D\}, \\ &\{A\} \longrightarrow \{E\}, \\ &\{B\} \longrightarrow \{F\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{G\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{H\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{I\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{J\} \\ &\} \end{aligned}$$

• در نهایت وابستگی‌های تابعی تکراری (که از سایر وابستگی‌ها نتیجه می‌شوند) را حذف می‌کنیم.

$$\begin{aligned} F_c = & \\ &\{ \\ &\{A, B\} \longrightarrow \{C\}, \\ &\{A\} \longrightarrow \{D\}, \\ &\{A\} \longrightarrow \{E\}, \\ &\{B\} \longrightarrow \{F\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{G\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{H\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{I\}, \\ &\{D\} \longrightarrow \{J\} \\ &\} \end{aligned}$$

پوش کانونی به دست آمد. حال مجموعه‌ی همه‌ی attribute هایی که در سمت راست هیچ وابستگی تابعی قرار ندارند را به دست می‌آوریم. هر کلید کاندید باید شامل این attribute ها باشد. این مجموعه برابر است با:

$$\{A, B\}$$

$\{A, B\}$ سوپرکلید است، پس تنها کلید کاندید است.

حال با تجزیه‌ی R به relation های R_1, R_2 و R_3 و F به FD های F_1, F_2 و F_3 به شکل زیر، partial dependency را حذف می‌کنیم و به فرم نرمال دوم می‌رسیم.

$$R_1 = \{A, D, E, I, J\}$$

$$F_1 =$$

$$\{ \\ \{A\} \longrightarrow \{D, E\}, \\ \{D\} \longrightarrow \{I, J\}, \\ \}$$

$$R_2 = \{B, F, G, H\}$$

$$F_2 =$$

$$\{ \\ \{B\} \longrightarrow \{F\}, \\ \{F\} \longrightarrow \{G, H\}, \\ \}$$

$$R_3 = \{A, B, C\}$$

$$F_3 =$$

$$\{ \\ \{A, B\} \longrightarrow \{C\}, \\ \}$$

برای دستیابی به فرم نرمال سوم باید transitive dependency را حذف کنیم. با توجه به اینکه هیچ FDی وجود ندارد که سمت چپ آن یک nonprime attribute باشد، فرم نرمال سوم همان فرم به دست آمده در مرحله قبل است.

$$R_1 = \{A, D, E, I, J\}$$

$$F_1 =$$

$$\{ \\ \{A\} \longrightarrow \{D, E\}, \\ \{D\} \longrightarrow \{I, J\}, \\ \}$$

$$R_2 = \{B, F, G, H\}$$

$$F_2 =$$

$$\{$$

$$\begin{aligned} &\{B\} \longrightarrow \{F\}, \\ &\{F\} \longrightarrow \{G, H\}, \\ &\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} R_3 &= \{A, B, C\} \\ F_3 &= \\ &\{ \\ &\{A, B\} \longrightarrow \{C\}, \\ &\} \end{aligned}$$

۵

$$\begin{aligned} R &= \{Course_no, Sec_no, Offering_dept, Credit_hours, Course_level, \\ &Instructor_ssn, Semester, Year, Days_hours, Room_no, No_of_students\} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} F &= \\ &\{ \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept, Credit_hours, Course_level\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Days_hours, Room_no, No_of_students, Instructor_ssn\}, \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn, Course_no, Sec_no\} \\ &\} \end{aligned}$$

ابتدا پوش کانونی را به شکل زیر محاسبه می‌کنیم:

• ابتدا وابستگی تابعی را به یک وابستگی تابعی با یک attribute در سمت راست تبدیل می‌کنیم.

$$\begin{aligned} F &= \\ &\{ \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Credit_hours\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Course_level\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Days_hours\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Room_no\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{No_of_students\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\}, \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\} \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Course_no\} \end{aligned}$$

$$\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Sec_no\}$$

- حال وابستگی‌های تابعی بدیهی را پاک می‌کنیم.

$$F = \{ \begin{aligned} &\{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Credit_hours\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Course_level\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Days_hours\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Room_no\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{No_of_students\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\}, \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\} \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Course_no\} \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Sec_no\} \end{aligned} }$$

- سپس attribute‌های سمت چپ هر وابستگی تابعی را کمینه می‌کنیم.

$$F = \{ \begin{aligned} &\{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Credit_hours\}, \\ &\{Course_no\} \longrightarrow \{Course_level\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Days_hours\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Room_no\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{No_of_students\}, \\ &\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\}, \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Instructor_ssn\} \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Course_no\} \\ &\{Room_no, Days_hours, Semester, Year\} \longrightarrow \{Sec_no\} \end{aligned} }$$

- در نهایت وابستگی‌های تابعی تکراری (که از سایر وابستگی‌ها نتیجه می‌شوند) را حذف می‌کنیم.

$$F_c =$$


```

{
{Course_no} → {Offering_dept},
{Course_no} → {Credit_hours},
{Course_no} → {Course_level},
{Course_no, Sec_no, Semester, Year} → {Days_hours},
{Course_no, Sec_no, Semester, Year} → {Room_no},
{Course_no, Sec_no, Semester, Year} → {No_of_students},
{Room_no, Days_hours, Semester, Year} → {Instructor_ssn}
{Room_no, Days_hours, Semester, Year} → {Course_no}
{Room_no, Days_hours, Semester, Year} → {Sec_no}
}

```

پوش کانونی به دست آمد. حال مجموعه‌ی همه‌ی attribute‌هایی که در سمت راست هیچ وابستگی تابعی قرار ندارند را به دست می‌آوریم. هر کلید کاندید باید شامل این attribute‌ها باشد. این مجموعه برابر است با:

$$\{Semester, Year\}$$

همچنین مجموعه‌ی همه‌ی attribute‌هایی که در سمت راست حداقل یک وابستگی تابعی قرار داشته باشد ولی در سمت چپ هیچ وابستگی تابعی قرار ندارند را نیز به دست می‌آوریم. این attribute‌ها نباید در هیچ یک از کلیدهای کاندید باشند. این مجموعه برابر است با:

$$\{Offering_dept, Credit_hours, Course_level, No_of_students, Instructor_ssn\}$$

بستار مجموعه‌ی $\{Semester, Year\}$ خودش است. حال تلاش می‌کنیم که یکی از attribute‌های مجموعه‌ی

$$R - \{Offering_dept, Credit_hours, Course_level, No_of_students, Instructor_ssn\} - \{Semester, Year\} = \{Course_no, Sec_no, Days_hours, Room_no\}$$

را به مجموعه‌ی $\{Semester, Year\}$ به گونه‌ای اضافه کنیم که یک سوپرکلید تشکیل دهند. در صورتی که سوپرکلید باشند با بررسی اینکه آیا زیرمجموعه‌ی سره‌ای که سوپرکلید باشند دارند یا خیر کلید کاندید بودن آن‌ها را احراز می‌کنیم.

- $\{Semester, Year\} \cup \{Course_no\}$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Sec_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Days_hours\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Room_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

حال دو attribute را از مجموعه‌ی مذکور به مجموعه‌ی $\{Semester, Year\}$ اضافه می‌کنیم. پس ۶ حالت زیر را داریم:

- $\{Semester, Year\} \cup \{Course_no, Sec_no\}$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید است و هیچ زیرمجموعه‌ی سره‌ای که سوپرکلید باشد ندارد. پس یک کلید کاندید است.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Course_no, Days_hours\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Course_no, Room_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Days_hours, Sec_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Room_no, Sec_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید نیست. پس کلید کاندید نیست.

$$\{Semester, Year\} \cup \{Days_hours, Room_no\}$$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید است و هیچ زیرمجموعه‌ی سره‌ای که سوپرکلید باشد ندارد. پس یک کلید کاندید است.

حال دو attribute را از مجموعه‌ی مذکور به مجموعه‌ی $\{Semester, Year\}$ اضافه می‌کنیم.

- $\{Semester, Year\} \cup \{Course_no, Days_hours, Room_no\}$

مجموعه‌ی بالا سوپرکلید است اما یک زیرمجموعه‌ی سره دارد که سوپرکلید است. پس کلید کاندید نیست.

چون دیگر کلید کاندید نداریم دیگر ادامه نمی‌دهیم. پس کلیدهای کاندید ما دو مجموعه‌ی زیر هستند:

$$CK_1 = \{Semester, Year, Course_no, Sec_no\}$$

$$CK_2 = \{Semester, Year, Days_hours, Room_no\}$$

حال با تجزیه‌ی R به relationهای R_1 و R_2 و F به FDهای F_1 و F_2 به شکل زیر، partial dependency را حذف می‌کنیم و به فرم نرمال دوم می‌رسیم.

$$R_1 = \{Course_no, Offering_dept, Credit_hours, Course_level\}$$

$$F_1 =$$

{

$$\{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept, Credit_hours, Course_level\},$$

}

$$R_2 = \{Course_no, Sec_no, Instructor_ssn, Semester, Year, Days_hours, Room_no, No_of_students\}$$

$$F_2 =$$

{

$$\{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Room_no, Days_hours\},$$

$$\{Days_hours, Room_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Sec_no, Course_no, Instructor_ssn, No_of_students\},$$

}

برای دستیابی به فرم نرمال سوم باید transitive dependency را حذف کنیم. با توجه به اینکه هیچ FD ای وجود ندارد که سمت چپ آن یک nonprime attribute باشد، فرم نرمال سوم همان فرم به دست آمده در مرحله قبل است.

$$R_1 = \{Course_no, Offering_dept, Credit_hours, Course_level\}$$

$$F_1 =$$

$$\{ \\ \{Course_no\} \longrightarrow \{Offering_dept, Credit_hours, Course_level\}, \\ \}$$

$$R_2 = \{Course_no, Sec_no, Instructor_ssn, Semester, Year, Days_hours, Room_no, No_of_students\}$$

$$F_2 =$$

$$\{ \\ \{Course_no, Sec_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Room_no, Days_hours\}, \\ \{Days_hours, Room_no, Semester, Year\} \longrightarrow \{Sec_no, Course_no, Instructor_ssn, No_of_students\}, \\ \}$$

۶

۱.۶ a

$$REFRIG = \{Model\#, Year, Price, Manuf_plant, Color\} = \{M, Y, P, MP, C\}$$

$$F =$$

$$\{ \\ \{M\} \longrightarrow \{MP\}, \\ \{M, Y\} \longrightarrow \{P\}, \\ \{MP\} \longrightarrow \{C\} \\ \}$$

ابتدا پوش کانونی را به دست می‌آوریم:

$$F_c =$$

$$\{ \\ \{M\} \longrightarrow \{MP\}, \\ \{M, Y\} \longrightarrow \{P\}, \\ \{MP\} \longrightarrow \{C\} \\ \}$$

- $\{M\}$ سوپرکلید نیست. چون قادر نیست به صورت یکتا Y attribute و P را تعیین کند.
- $\{M, Y\}$ سوپرکلید است. چون قادر است به صورت یکتا همه‌ی attribute‌ها را تعیین کند. همچنین هیچ زیرمجموعه‌ی سره‌ای ندارد که سوپرکلید باشد. پس کلید کاندید است.
- $\{M, C\}$ سوپرکلید نیست. چون قادر نیست به صورت یکتا همه‌ی attribute‌ها را تعیین کند (Y attribute و P).

۲.۶ b

- همه‌ی کلیدهای کاندید را پیدا می‌کنیم. تنها کلید کاندید، کلید $\{M, Y\}$ است. حال به ازای هر FD بررسی می‌کنیم که آیا سمت چپ آن یک سوپرکلید است یا سمت راست آن شامل همه‌ی attribute‌های کلید است یا خیر. چون FD $\{M\} \rightarrow \{MP\}$ غیر بدیهی است، سمت چپ آن یک سوپرکلید نیست و سمت راست آن شامل یک nonprime attribute است، 3NF نقض می‌شود. پس رابطه‌ی REFRIG در 3NF نیست.
- یک relation در BCNF است اگر و تنها اگر سمت چپ هر یک از FDهای غیر بدیهی یک سوپرکلید وجود داشته باشد. چون FD $\{M\} \rightarrow \{MP\}$ غیر بدیهی است و سمت چپ آن یک سوپرکلید نیست، این BCNF را نقض می‌کند. پس رابطه‌ی REFRIG در BCNF نیست.

منابع

[1] None