

وابستگی تابعی (Functional Dependency)

انواع وابستگی

- وابستگی تابعی ((Functional Dependency (FD))
- وابستگی تابعی کامل ((Full Functional Dependency (FFD))
- وابستگی با واسطه ((Transitive Dependency (TD))
- وابستگی چند مقداری ((Multi Value Dependency (MVD))
- وابستگی پیوندی ((Join Dependency (JD))

وابستگی تابعی-مقدمه

- رابطه $R(A,B,..)$ را در نظر بگیرید:
- می‌گوییم B با A وابستگی تابعی (FD) دارد و نشان می‌دهیم $A \rightarrow B$ اگر و فقط اگر در هر مقدار ممکن از رابطه R ، به هر مقدار A ، فقط یک مقدار B متناظر باشد.

A	B	C
3	2	1
8	7	2
9	7	3
3	2	4

S#	Sname	City
S1	ایران قطعه	تهران
S2	فناوران	اصفهان
S2	فناوران	تبریز
S3	پولادین	شیراز
S4	آلومین	تهران

وابستگی تابعی-مقدمه

• A با B وابستگی تابعی دارد یا B می دهد A را.

• به این صورت نشان می دهیم: $B \rightarrow A$

A	B
1	4
1	5
3	7

وابستگی تابعی-مقدمه

- اگر A کلید اصلی رابطه $R(\underline{A}, B, C)$ باشد، در این صورت هر صفت خاصه دیگر رابطه، با A دارای وابستگی تابعی است.

$$A \rightarrow C$$

$$A \rightarrow B$$

تعیین وابستگی های تابعی

- وابستگی های تابعی در رابطه R را بیابید:

$$(A, B) \rightarrow C$$

$$C \rightarrow B$$

<u>A</u>	<u>B</u>	C
1	5	3
1	7	8
2	7	9
2	5	3

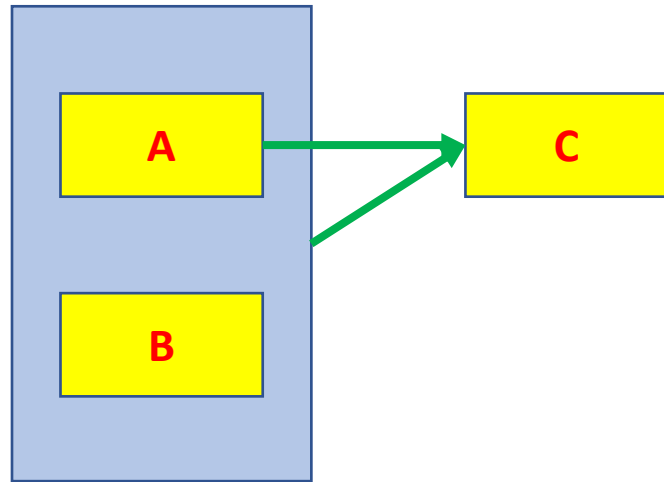
وابستگی تابعی کامل ((Full Function Dependency (FFD))

- تعریف: اگر X و Y دو زیر مجموعه از مجموعه عنوان رابطه R باشند، می‌گوییم Y با X وابستگی تابعی کامل دارد و نشان می‌دهیم: $X \Rightarrow Y$ اگر و فقط اگر Y با X وابستگی تابعی داشته باشد ولی با هیچ زیر مجموعه‌ای از X وابستگی تابعی نداشته باشد.

- هر وابستگی تابعی که سمت چپ وابستگی صفت ساده باشد، وابستگی تابعی کامل نیز هست.

وابستگی تابعی کامل-ادامه

- وابستگی تابعی C به (A,B) کامل نمی باشد (وابستگی جزئی یا Partial Dependency)
- در بخش نرمال سازی خواهیم دید که وابستگی جزئی ممکن است اشکالاتی در طراحی پایگاه داده ها ایجاد کند.



$$(A, B) \rightarrow C$$

$$A \rightarrow C$$

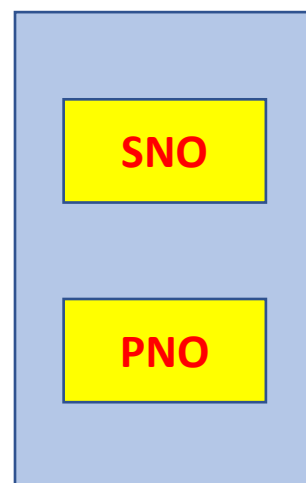
وابستگی جزئی:

مثال

جدول SP از پایگاه داده تهیه کننده-قطعه:

SP

SNO	PNO	QTY
S1	P1	300
S1	P2	200
S1	P3	400
S1	P4	200
S1	P5	100
S1	P6	100
S2	P1	300
S2	P2	400
S3	P2	200
S4	P2	200
S4	P4	300
S4	P5	400



وابستگی تابعی کامل (وابستگی QTY به کلید)

$$(SNO, PNO) \rightarrow QTY$$

وابستگی با واسطه ((Transitive Dependency (TD)

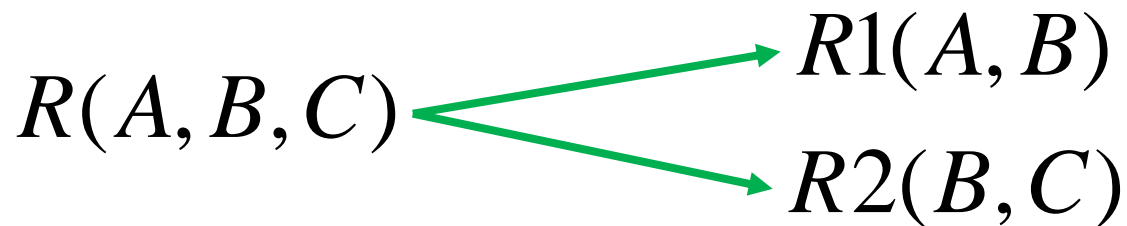
- در رابطه $R(A,B,C)$ ، اگر B با A وابستگی تابعی (FD) داشته باشد و C نیز با B وابستگی تابعی داشته باشد ولی A با B وابستگی تابعی نداشته باشد، می‌گوییم C با A ، وابستگی با واسطه دارد.

$$A \rightarrow B$$

$$B \rightarrow C$$

* اگر A با B وابستگی تابعی و A با B وابستگی تابعی داشته باشد، آنگاه ارتباط A و B یک به یک بوده و در بررسی وابستگی‌ها این دو را همانند یک صفت در نظر می‌گیریم.

- برای از بین بردن این وابستگی بایستی رابطه را به دو رابطه تجزیه نماییم:



قواعد استنتاج آرمسترانگ

• با فرض A, B, C و D به عنوان زیر مجموعه هایی از صفات رابطه R داریم:

$$B \subseteq A \Rightarrow A \rightarrow B$$

✓ بازتابی یا انعکاسی (Reflexivity)

$$A \rightarrow B \Rightarrow AC \rightarrow BC$$

✓ افزایش یا بسط پذیری (Augmentation)

$$A \rightarrow B, B \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow C$$

✓ تعدی (Transitivity)

$$A \rightarrow B, A \rightarrow C \Rightarrow A \rightarrow BC$$

✓ اجتماع (Union)

قواعد استنتاج آرمسترانگ - ادامه

$$A \rightarrow BC \Rightarrow A \rightarrow B, A \rightarrow C$$

✓ تجزیه (Decomposition)

$$A \rightarrow B, C \rightarrow D \Rightarrow AC \rightarrow BD$$

✓ ترکیب (Composition)

$$A \rightarrow B, CB \rightarrow D \Rightarrow AC \rightarrow D$$

✓ شبه تعدی (Pseudo-transitivity)

$$A \rightarrow A$$

✓ خود تعیینی (Self-determination)

تعیین مجموعه حداقل وابستگی ها

- مجموعه حداقل وابستگی ها را برای رابطه مقابل بدست آورید:

$R(SNO, City, Status)$

$F = \{SNO \rightarrow City, SNO \rightarrow Status, City \rightarrow Status\}$



$F_{OPT} = \{SNO \rightarrow City, City \rightarrow Status\}$

تعیین مجموعه حداقل وابستگی ها- مثال

بستار F و مجموعه حداقل وابستگی ها را برای رابطه مقابل و وابستگی های پیش فرض بدست آورید:

$$R = \{u, v, w, x, y, z\}$$

$$F = \{u \rightarrow xy, x \rightarrow y, xy \rightarrow zv\}$$



$$u \rightarrow xy, xy \rightarrow zv \Rightarrow u \rightarrow zv \Rightarrow u \rightarrow z, u \rightarrow v$$

$$u \rightarrow xy \Rightarrow u \rightarrow x, u \rightarrow y$$

$$x \rightarrow y, xy \rightarrow zv \Rightarrow x \rightarrow zv \Rightarrow x \rightarrow z, x \rightarrow v$$

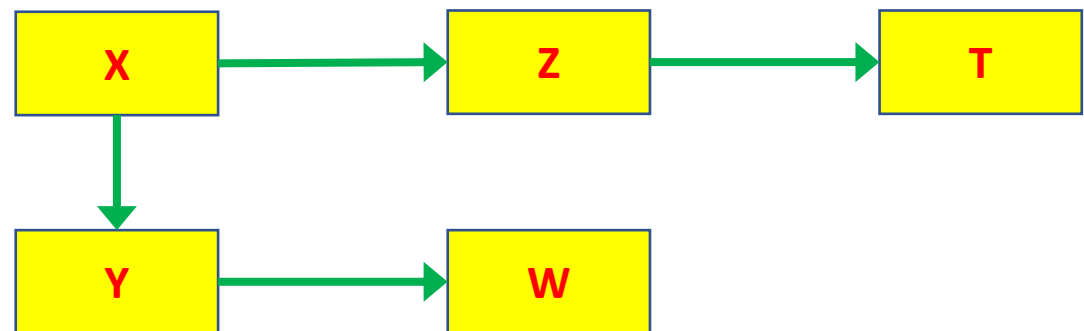
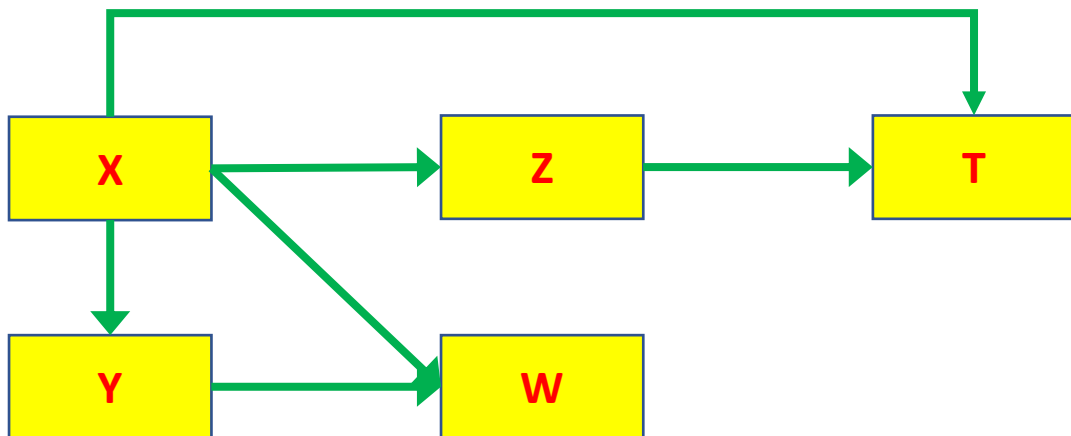
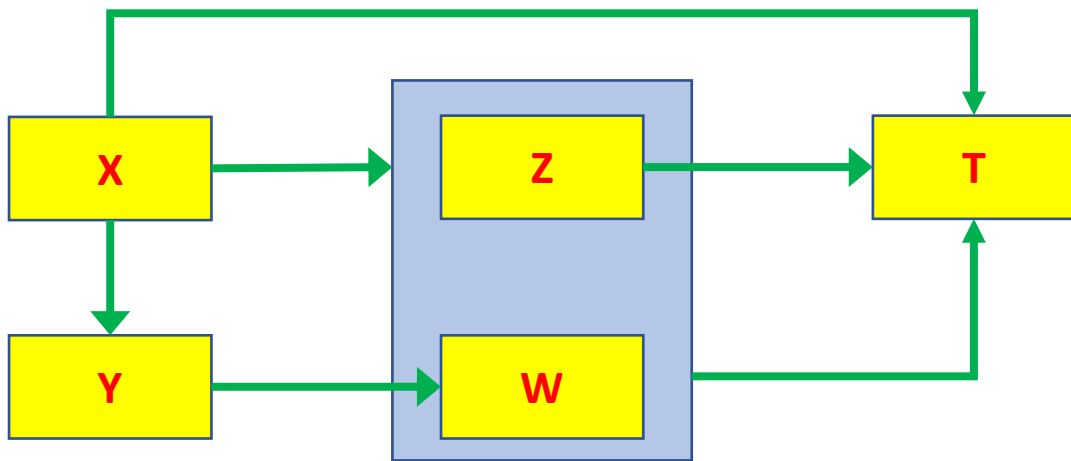
$$(F) F^+ = \{u \rightarrow x, u \rightarrow y, x \rightarrow y, x \rightarrow z, x \rightarrow v, u \rightarrow z, u \rightarrow v\}$$

$$F_{OPT} = \{u \rightarrow x, x \rightarrow y, x \rightarrow z, x \rightarrow v\}$$

اگر F یک مجموعه از وابستگی های تابعی باشد آنگاه مجموعه تمام وابستگی های تابعی که از آن منتج می شود را مجموعه پوششی یا بستار (Closure) می نامیم و با F^+ نشان می دهیم.

کمیته سازی وابستگی تابعی

• نمودار وابستگی:



کشف کلید کاندید

- کلید کاندید، صفتی است که از طریق آن می توان به تمامی صفت های دیگر رسید.
- کلید کاندید رابطه R با مجموعه وابستگی های F را بیابید:

$$R = \{s, t, u, v, w\}$$

$$F = \{s \rightarrow t, v \rightarrow sw, t \rightarrow u\}$$

- پاسخ:

$$v \rightarrow sw \Rightarrow v \rightarrow s, v \rightarrow w$$

$$v \rightarrow s, s \rightarrow t \Rightarrow v \rightarrow t$$

$$v \rightarrow t, t \rightarrow u \Rightarrow v \rightarrow u$$

- v تمامی صفت ها را می دهد به عبارت دیگر تمامی صفت ها به v وابستگی تابعی دارند.

کشف کلید کاندید - مثال

• کلید کاندید رابطه R با مجموعه وابستگی های F را بیابید:

$$R = \{a, b, c, d, e, f\}$$

$$F = \{a \rightarrow be, c \rightarrow f, bd \rightarrow e, b \rightarrow c, b \rightarrow e\}$$

$$a \rightarrow be \Rightarrow a \rightarrow b, a \rightarrow e$$

$$b \rightarrow c, c \rightarrow f \Rightarrow b \rightarrow f$$

$$a \rightarrow b, b \rightarrow f \Rightarrow a \rightarrow f$$

$$a \rightarrow b, b \rightarrow c \Rightarrow a \rightarrow c$$

• (a,d) تمامی صفت ها را می دهد پس کلید کاندید است.

کشف کلید کاندید - مثال

- کلید کاندید رابطه R با مجموعه وابستگی های F را بیابید:

$$R = \{a, b, c, d, e, f, g\}$$

$$F = \{af \rightarrow be, fc \rightarrow de, d \rightarrow e, f \rightarrow cd, c \rightarrow a\}$$

- پاسخ:

$$af \rightarrow be \Rightarrow af \rightarrow b, af \rightarrow e$$

$$fc \rightarrow de \Rightarrow fc \rightarrow d, fc \rightarrow e$$

$$f \rightarrow cd \Rightarrow f \rightarrow c, f \rightarrow d$$

$$f \rightarrow c, fc \rightarrow e \Rightarrow f \rightarrow e$$

$$f \rightarrow c, c \rightarrow a \Rightarrow f \rightarrow a$$

$$f \rightarrow a, af \rightarrow b \Rightarrow f \rightarrow b$$

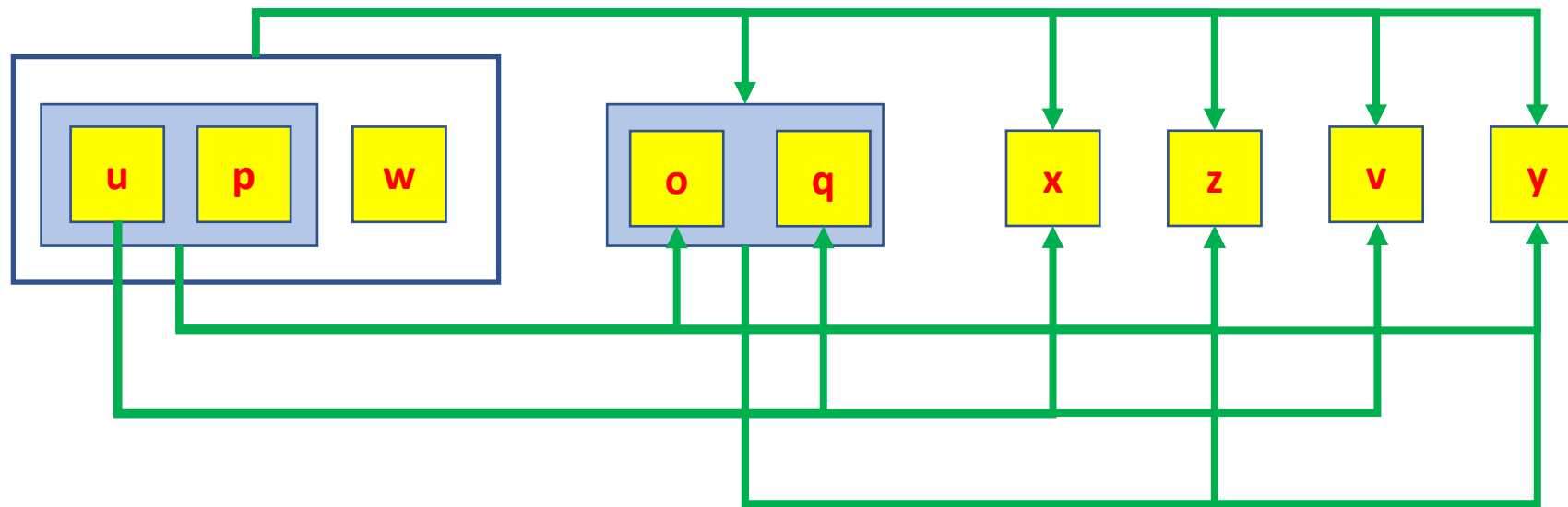
- (f,g) تمامی صفت ها را می دهد پس کلید کاندید است.

ترسیم نمودار وابستگی تابعی

- با استفاده از F بهینه می توان نمودار وابستگی را ترسیم نمود:

$$R = \{o, p, q, u, v, w, x, y, z\}$$

$$F_{OPT} = \{u \rightarrow v, u \rightarrow x, u \rightarrow q, oq \rightarrow y, oq \rightarrow z, up \rightarrow y, up \rightarrow o, up \rightarrow z\}$$



وابستگی چند مقداری ((Multi Value Dependency (MVD))

- در رابطه $R(x,y,z)$ با صفات ساده یا مرکب x ، y ، z می گوییم که y با x وابستگی چند مقداری دارد (یا می خوانیم x می دهد می دهد y را) و نمایش می دهیم:
$$x \twoheadrightarrow y$$
- اگر به یک مقدار x ، مجموعه ای از مقادیر y متناظر باشد.

وابستگی چند مقداری-مثال

course ->-> book

course ->-> teacher

<i>course</i>	<i>teacher</i>	<i>book</i>
database	Avi	DB Concepts
database	Avi	Ullman
database	Hank	DB Concepts
database	Hank	Ullman
database	Sudarshan	DB Concepts
database	Sudarshan	Ullman
operating systems	Avi	OS Concepts
operating systems	Avi	Shaw
operating systems	Jim	OS Concepts
operating systems	Jim	Shaw

classes



<i>course</i>	<i>teacher</i>
database	Avi
database	Hank
database	Sudarshan
operating systems	Avi
operating systems	Jim

teaches

<i>course</i>	<i>book</i>
database	DB Concepts
database	Ullman
operating systems	OS Concepts
operating systems	Shaw

text

قواعد آرمسترانگ-وابستگی چند مقداری

• قواعد آرمسترانگ در مورد وابستگی چند مقداری:

✓ اگر $x \rightarrow y$ آنگاه $x \twoheadrightarrow y$

✓ اگر $x \twoheadrightarrow y$ آنگاه $xz \twoheadrightarrow yz$

✓ اگر $x \twoheadrightarrow y$ و $x \twoheadrightarrow z$ آنگاه $x \twoheadrightarrow yz$

وابستگی پیوندی (Join Dependency (JD))

- رابطه R وابستگی پیوندی به N پرتو خود دارد اگر و فقط اگر R حاصل پیوند N پرتو خود باشد. این وابستگی را به صورت $R = JD * (R_1, R_2, \dots, R_N)$ نشان می دهیم.
- وابستگی پیوندی نسخه عمومی از وابستگی چند مقداری است. اگر $N=2$ باشد، معادل MVD است.

enrollment

student	course	lecturer
1001	COMP104	1
1001	COMP171	3
1002	COMP104	2
1002	COMP171	3
1003	ELEC102	4
1003	ELEC151	5
1004	ELEC102	4
1004	ELEC151	6



Student	Course
1001	COMP104
1001	COMP171
1002	COMP104
1002	COMP171
1003	ELEC102
1003	ELEC151
1004	ELEC102
1004	ELEC151

Course	Lecturer
COMP104	1
COMP104	2
COMP171	3
ELEC102	4
ELEC151	5
ELEC151	6

Student	Lecturer
1001	1
1001	3
1002	2
1002	3
1003	4
1003	5
1004	4
1004	6

وابستگی پیوندی

enrollment

student	course	lecturer
1001	COMP104	1
1001	COMP171	3
1002	COMP104	2
1002	COMP171	3
1003	ELEC102	4
1003	ELEC151	5
1004	ELEC102	4
1004	ELEC151	6

=

Student	Course
1001	COMP104
1001	COMP171
1002	COMP104
1002	COMP171
1003	ELEC102
1003	ELEC151
1004	ELEC102
1004	ELEC151

Course	Lecturer
COMP104	1
COMP104	2
COMP171	3
ELEC102	4
ELEC151	5
ELEC151	6

Student	Lecturer
1001	1
1001	3
1002	2
1002	3
1003	4
1003	5
1004	4
1004	6

Join

Student	Course	Lecturer
1001	COMP104	1
1001	COMP104	2
1001	COMP171	3
1002	COMP104	1
1002	COMP104	2
1002	COMP171	3
1003	ELEC102	4
1003	ELEC151	5
1003	ELEC151	6
1004	ELEC102	4
1004	ELEC151	5
1004	ELEC151	6

Join

student	course	lecturer
1001	COMP104	1
1001	COMP171	3
1002	COMP104	2
1002	COMP171	3
1003	ELEC102	4
1003	ELEC151	5
1004	ELEC102	4
1004	ELEC151	6