

Entity Relationship Diagram

Dr. Taghinezhad
University of Tabriz

Learning Outcomes

در پایان این درس، شما می‌توانید:

❖ روابط را بر اساس مجموعه‌ای از نیازمندی‌های اطلاعاتی تحلیل و مدل‌سازی کنید.

❖ یک مدل **ERD** (نمودار رابطه موجودیت) را بر اساس نوع مدل مورد نیاز (Chen یا Crow's Foot) توسعه دهید.

❖ با استفاده از یک ابزار خاص مدل‌سازی داده، یک مدل **ERD** ایجاد کنید.

ERD چیست؟

❖ **ERD** یک تکنیک مدل سازی داده است که در مهندسی نرم افزار برای ایجاد مدل مفهومی داده های یک سیستم اطلاعاتی به کار می رود.

❖ به عبارت دیگر، **ERD** ها ساختار منطقی پایگاه داده ها را نشان می دهند.

❖ همچنین روشی هستند برای مستند سازی موجودیت ها و ویژگی های (صفات) آن ها در یک پایگاه داده.

اصلی ترین نمادهای ERD عبارتند از:

□ موجودیت (Entity) ← معادل جدول در پایگاه داده

□ ویژگی (Attribute) ← معادل ستون در جدول

□ رابطه (Relationship) ← خط ارتباط بین موجودیت ها

چگونه موجودیت‌ها را شناسایی کنیم؟

موجودیت (Entity):

▶ "هر چیزی (افراد، مکان‌ها، اشیاء، رویدادها و غیره) که درباره‌ی آن اطلاعات ذخیره می‌کنیم." مانند: employee, machine tool, supplier, utility pole, airline seat و غیره.

▶ موجودیت ملموس: مشتری (customer)، محصول (product)

▶ موجودیت غیر ملموس: سفارس (order)، حساب‌های قابل دریافت (accounting receivable)

▶ برای شناسایی موجودیت‌ها، معمولاً باید به دنبال اسم‌های مفرد باشیم (راهکار مبتدی)

▶ اما باید توجه داشته باشیم که یک اسم خاص، معمولاً گزینه مناسبی برای موجودیت نیست.

موجودیت‌ها (ادامه)

نمونه موجودیت (Entity Instance): به معنای رخدادی از یک موجودیت است.

موجودیت: دانشجو

6 نمونه از موجودیت دانشجو


Student ID	Last Name	First Name
2144	Arnold	Betty
3122	Taylor	John
3843	Simmons	Lisa
9844	Macy	Bill
2837	Leath	Heather
2293	Wrench	Tim

چگونه ویژگی‌ها را شناسایی کنیم؟

ویژگی (Attribute):

▶ ویژگی‌ها اشیاء داده‌ای هستند که موجودیت‌ها را شناسایی یا توصیف می‌کنند (خصوصیت یک موجودیت).

▶ به عبارت دیگر، ویژگی یک توصیف‌کننده است که مقادیر آن با هر نمونه‌ی مشخص از یک نوع موجودیت مرتبط است.

روش شناسایی ویژگی‌ها مشابه شناسایی موجودیت‌هاست، با این تفاوت  که این بار باید به دنبال عبارت‌های اسمی توصیفی باشید که اطلاعات درباره‌ی موجودیت ارائه می‌دهند.

ویژگی‌ها (ادامه)

جزئیات مربوط به یک موجودیت:

■ موجودیت : دانشجو (Student)

■ ویژگی‌ها :

Student_ID ▶ شماره دانشجویی

LastName ▶ نام خانوادگی

FirstName ▶ نام

ویژگی‌ها (ادامه)

3 ویژگی / ستون / فیلد

موجودیت: دانشجو

6 نمونه از موجودیت دانشجو

Student ID	Last Name	First Name
2144	Arnold	Betty
3122	Taylor	John
3843	Simmons	Lisa
9844	Macy	Bill
2837	Leath	Heather
2293	Wrench	Tim

ویژگی‌ها (ادامه)

انواع دسته‌بندی ویژگی‌ها (صفت‌ها):

- صف ساده (Simple Attribute)
- ویژگی مرکب (Composite Attribute)
- صفت مشتق شده (Derived Attribute)
- ویژگی تک مقداری (Single-valued Attribute)
- ویژگی چند مقداری (Multi-valued Attribute)

ویژگی‌ها (ادامه)

■ **ویژگی ساده (Simple Attribute)**، ویژگی‌ای است که قابل


تقسیم به بخش‌های کوچکتر نیست.


➤ مثال: سن، جنسیت، وضعیت تاهل

■ **ویژگی مرکب (Composite Attribute)**، ویژگی‌ای است که

می‌توان آن را به اجزای کوچکتر تقسیم کرد تا ویژگی‌های بیشتری به دست آید.

➤ مثال:

آدرس ← خیابان، شهر، استان، کدپستی 

شماره تلفن ← پیش‌شماره، شماره اصلی 


ویژگی مشتق شده (Derived Attribute)

ویژگی‌ای است که به‌طور فیزیکی در پایگاه داده ذخیره نمی‌شود و با استفاده از یک الگوریتم محاسبه می‌شود.

➤ مثال اول: کارمزد دیرکرد با نرخ ۲٪

MS Access: InvoiceAmt * 0.02 

➤ مثال دوم: محاسبه سن از روی تاریخ تولد و تاریخ فعلی


MS Access: int(Date() – Emp_Dob)/365 


ویژگی‌ها (ادامه)

ویژگی تک مقداری (Single-valued Attribute):

■ ویژگی‌ای است که برای هر نمونه موجودیت تنها یک مقدار دارد.

■ مثال‌ها:

یک شخص می‌تواند فقط یک کد ملی داشته باشد. 

یک قطعه تولید شده می‌تواند فقط یک شماره سریال داشته باشد. 

ویژگی‌ها (ادامه)


ویژگی چندمقداری (Multi-valued Attribute):

ویژگی‌ای است که برای هر نمونه موجودیت می‌تواند چندین مقدار داشته باشد.

مثال‌ها:

یک فرد ممکن است چندین مدرک دانشگاهی داشته باشد. 

یک خانوار ممکن است چندین شماره تلفن داشته باشد. 

رنگ خودرو 

ویژگی‌ها (ادامه)

Entity (موجودیت):

- ▷ Student

Attributes (ویژگی‌ها):

- ▷ ID#: “123-45-6789” (single-valued)
- ▷ Cell Phone: “(063)917-456-7227,
(063)915-567-8255” (multi-valued)
- ▷ Name: “Peter dela Paz” (composite)
- ▷ Address: “14 JP Rizal St., Masipit,
Calapan City” (composite)
- ▷ Gender: “Female” (simple)
- ▷ Age: 24 (derived)

ویژگی‌ها (ادامه)

مقادیر تهی (Null Values):

در برخی موارد، مقدار یک ویژگی می‌تواند اختیاری باشد یا ضروری نباشد.

برای مثال، اگر ویژگی‌ای به نام Hobbies (علاقه‌مندی‌ها) داشته باشیم، نبود مقدار برای آن اشکالی ندارد. در این حالت، گفته می‌شود مقدار آن ویژگی NULL است.

اما توجه کنید که ویژگی‌های کلیدی (Key Attributes) نمی‌توانند مقدار NULL داشته باشند، زیرا این ویژگی‌ها برای شناسایی یکتایی هر موجودیت به کار می‌روند و باید همیشه دارای مقدار معتبر باشند.

ویژگی‌ها (ادامه)

ویژگی کلیدی (Key Attribute):

کلیدها باید Minimal باشند. یک کلید زمانی Minimal است که نتوان آن را به بخش‌های کوچکتری تقسیم کرد که خودشان بتوانند به عنوان کلید عمل کنند.

مثال: SectionID, CourseID, Semester همگی Minimal هستند؛ زیرا هیچ کدام از بخش‌های کوچکتر آن به تنهایی نمیتوانند یک رکورد را به صورت یکتا شناسایی کنند.

StudentID + StudentAge آیا یک کلید minimal برای موجودیت student است؟ **خیر**، زیرا StudentID به تنهایی می تواند هر دانشجو را به صورت یکتا شناسایی کند.

ویژگی‌ها (ادامه)

کلید اصلی (Primary Key (PK):

ویژگی (یا فیلدی) است که هر رکورد را به صورت یکتا در یک جدول مشخص، شناسایی می‌کند.

قوانین کلید اصلی:

1. منحصر به فرد (Unique): هیچ دو رکوردی نمی‌توانند مقدار یکسانی در کلید اصلی داشته باشند.
2. غیر قابل تغییر (Never Changing): مقدار کلید اصلی نباید در طول زمان تغییر کند.
3. غیر تهی (Never Null): کلید اصلی نمی‌تواند مقدار NULL داشته باشد.

کلید خارجی (Foreign Key (FK):

ویژگی‌ای است که به کلید اصلی یک جدول دیگر اشاره می‌کند. به عبارت دیگر، کلید خارجی رابطه بین دو جدول را برقرار می‌سازد. کلید خارجی لازم نیست یکتا باشد.

ویژگی‌ها (ادامه)

کلیدهای متناظر موجودیت‌های زیر را بنویسید.

Entity	Key
a. Author	
b. Publisher	
c. Faculty	
d. Course	
e. Section	

چگونه رابطه‌ها را تشخیص دهیم؟

رابطه (Relationship):

▶ رابطه، ارتباط یا وابستگی میان موجودیت‌ها است.


▶ معمولاً یک رابطه با فعلی که دو یا چند موجودیت را به هم متصل می‌کند، نشان داده می‌شود.

▶ کارمند به پروژه‌ای اختصاص داده می‌شود.

▶ رابطه‌ها باید از نظر کاردینالیتی (Cardinality) یا تعداد ارتباط میان موجودیت‌ها طبقه‌بندی شوند.

یک به یک (One-to-One) 

یک به چند (One-to-Many) 

چند به چند (Many-to-Many) 

درجه رابطه (Degree of Relationship):

تعداد موجودیت‌هایی که در یک رابطه شرکت دارند، درجه‌ی رابطه را مشخص می‌کند.

رابطه‌ی دوتایی (Binary): شامل ۲ موجودیت است. ▶

رابطه‌ی سه‌تایی (Ternary): شامل ۳ موجودیت است. ▶

رابطه‌ی n تایی (n -ary): شامل n موجودیت است. ▶

رابطه دوتایی (Binary Relationship):

رابطه‌ای است که میان دو نوع موجودیت برقرار می‌شود.

مثال: دانشجو (student) کلاس (class) را برمی‌دارد.

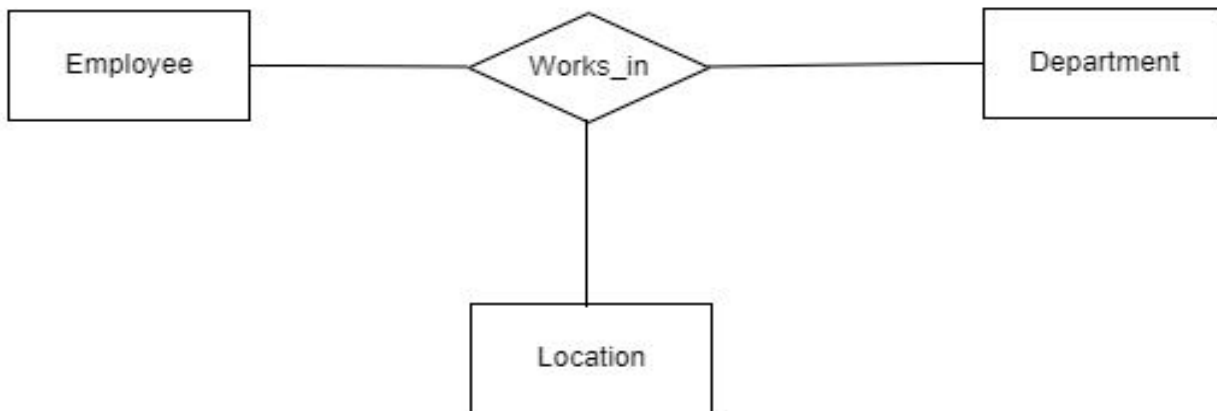
نمودار ER رابطه بالا به صورت زیر نمایش داده می‌شود:



رابطه سه تایی (Ternary Relationship):

رابطه‌ای است که شامل سه نوع موجودیت است.

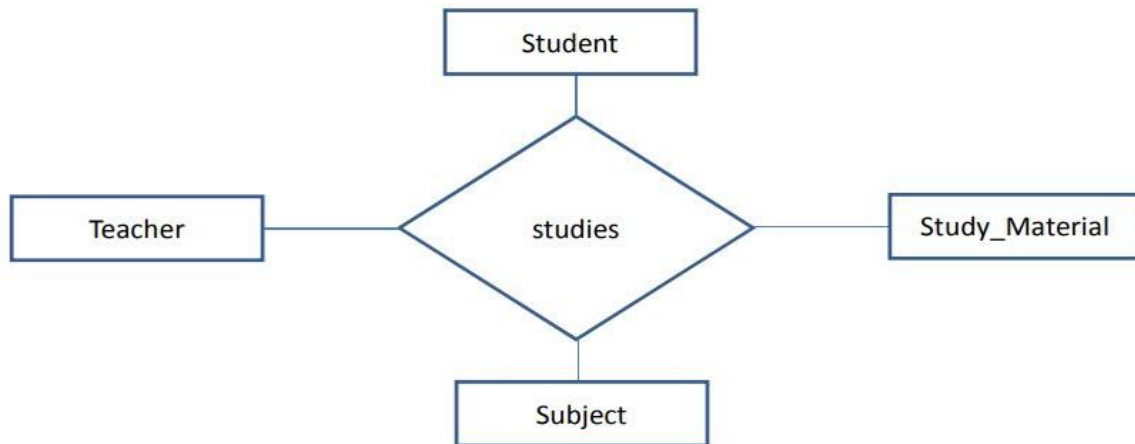
مثال: کار می‌کند (Works_in) یک رابطه‌ای است که نشان می‌دهد هر کارمند در کدام بخش کار می‌کند و بخش موردنظر در کجا واقع شده است.



رابطه n تایی (N-ary Relationship):

رابطه‌ای است که n نوع موجودیت را درگیر می‌کند.

مثال: رابطه‌ی studies یک رابطه‌ی چهار تایی است که نشان می‌دهد: یک Student یک Subject را با یک Teacher و با کمک Study_Material مطالعه می‌کند.



The Crow's Foot Model

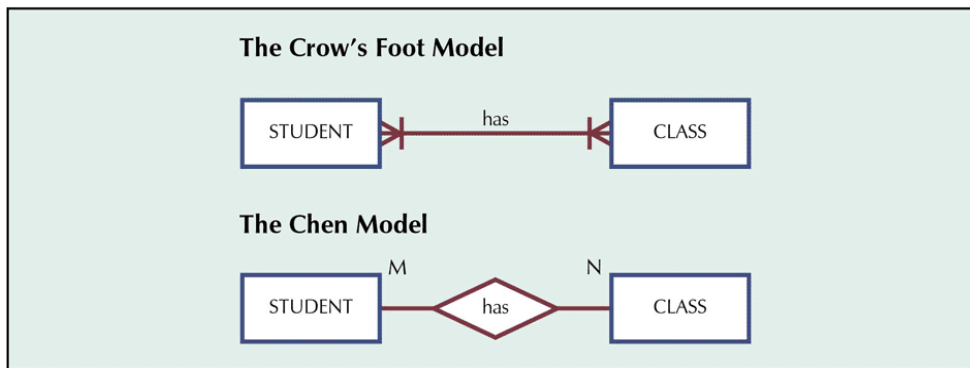


The Chen Model

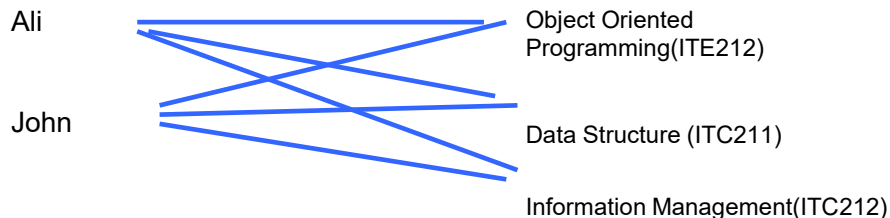


رابطه‌ی یک‌به‌یک (۱:۱) بین موجودیت‌های PROFESSOR و DEPARTMENT

رابطه‌ها (ادامه)



رابطه‌ی چندبه‌چند (M:N) بین موجودیت‌های CLASS و STUDENT



رابطه‌ها (ادامه)

جداول دارای افزونگی‌ها (Redundancies) هستند!

Table name: STUDENT
 Primary key: STU_NUM
 Foreign key: none
 + CLASS_CODE

Database name: Ch03_CollegeTry

	STU_NUM	STU_LNAME	CLASS_CODE
▶	321452	Bowser	10014
	321452	Bowser	10018
	321452	Bowser	10021
	324257	Smithson	10014
	324257	Smithson	10018
	324257	Smithson	10021

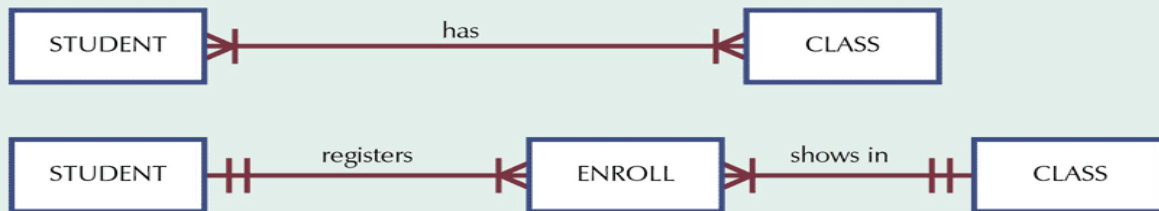
+ STU_NUM

Table name: CLASS
 Primary key: CLASS_CODE
 Foreign key: STU_NUM

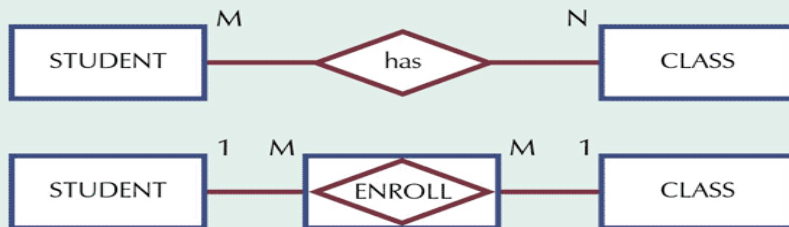
	CLASS_CODE	STU_NUM	CRS_CODE	CLASS_SECTION	CLASS_TIME	CLASS_ROOM	PROF_NUM
▶	10014	321452	ACCT-211	3	TTh 2:30-3:45 p.m.	BUS252	342
	10014	324257	ACCT-211	3	TTh 2:30-3:45 p.m.	BUS252	342
	10018	321452	CIS-220	2	MVWF 9:00-9:50 a.m.	KLR211	114
	10018	324257	CIS-220	2	MVWF 9:00-9:50 a.m.	KLR211	114
	10021	321452	QM-261	1	MVWF 8:00-8:50 a.m.	KLR200	114
	10021	324257	QM-261	1	MVWF 8:00-8:50 a.m.	KLR200	114

رابطه‌ها (ادامه)

The Crow's Foot Model



The Chen Model



تبدیل رابطه‌ی چندبه‌چند ($M:N$) به دو رابطه‌ی یک‌به‌چند ($1:M$)

رابطه‌ها (ادامه)

تبدیل رابطه‌ی چندبه‌چند (M:N) به دو رابطه‌ی یکبه‌چند (1:M)

Table name: STUDENT
Primary key: STU_NUM
Foreign key: none

	STU_NUM	STU_LNAME
▶ +	321452	Bowser
+	324257	Smithson

The database designer has 2 main options to define a composite table's primary key:
either

use the combination of those foreign keys or create a new primary key.

Table name: ENROLL
Primary key: CLASS_CODE + STU_NUM
Foreign key: CLASS_CODE, STU_NUM

	CLASS_CODE	STU_NUM	ENROLL_GRADE
▶	10014	321452	C
	10014	324257	B
	10018	321452	A
	10018	324257	B
	10021	321452	C
	10021	324257	C

Foreign keys reference the primary keys in the other tables of which it has a relationship with

Table name: CLASS
Primary key: CLASS_CODE
Foreign key: CRS_CODE


	CLASS_CODE	CRS_CODE	CLASS_SECTION	CLASS_TIME	CLASS_ROOM	PROF_NUM
▶ +	10014	ACCT-211	3	TTh 2:30-3:45 p.m.	BUS252	342
	10018	CIS-220	2	MWTF 9:00-9:50 a.m.	KLR211	114
+	10021	QM-261	1	MWTF 8:00-8:50 a.m.	KLR200	114


چگونه کاردینالیتی را تشخیص دهیم؟


کاردینالیتی (Cardinality):

کاردینالیتی نشان می‌دهد که تعداد رخدادها در یک موجودیت چگونه با تعداد رخدادها در موجودیت دیگر مرتبط است.

سه نوع کاردینالیتی اصلی وجود دارد (درجه‌های رابطه):

یک به یک (1:1) 

یک به چند (1:M) 

چند به چند (M:N) 

کاردینالیتی‌ها (ادامه)

رابطه یک به یک (1:1):

در این نوع رابطه، هر موجودیت از مجموعه X می‌تواند حداکثر با یک موجودیت از مجموعه Y مرتبط باشد و برعکس.

مثال: یک بخش (Department) فقط توسط یک کارمند (Employee) مدیریت می‌شود، و هر کارمند نیز می‌تواند تنها یک بخش را مدیریت کند.



کاردینالیتی‌ها (ادامه)

رابطه یک به چند (1:N):

در این نوع رابطه، هر موجودیت از مجموعه‌ی X می‌تواند با چندین موجودیت از مجموعه‌ی Y مرتبط باشد، اما هر موجودیت از مجموعه‌ی Y می‌تواند حداکثر با یک موجودیت از مجموعه‌ی X در ارتباط باشد.

مثال: یک معلم (Teacher) می‌تواند چندین کلاس (Class) را تدریس کند، اما هر کلاس فقط توسط یک معلم تدریس می‌شود.



کار دینالیتی ها (ادامه)

Table name: PAINTER

Primary key: PAINTER_NUM

Foreign key: none

Database name: Ch03_Museum

	PAINTER_NUM	PAINTER_LNAME	PAINTER_FNAME	PAINTER_INITIAL
→	123	Ross	Georgette	P
+	126	Itoro	Julio	G

Table name: PAINTING

Primary key: PAINTING_NUM

Foreign key: PAINTER_NUM

	PAINTING_NUM	PAINTING_TITLE	PAINTER_NUM
▶	1338	Dawn Thunder	123
	1339	Vanilla Roses To Nowhere	123
	1340	Tired Flounders	126
	1341	Hasty Exit	123
	1342	Plastic Paradise	126

پیا دسزای رابطه ی یک به چند (1:M) بین PAINTER و PAINTING:

کار دینالیتی‌ها (ادامه)

رابطه چند به چند (M:N):

در این نوع رابطه، هر موجودیت از مجموعه X می‌تواند با چندین موجودیت از مجموعه Y مرتبط باشد و هر موجودیت از مجموعه Y نیز می‌تواند با چندین موجودیت از مجموعه X ارتباط داشته باشد.

مثال: یک معلم (Teacher) می‌تواند چندین کلاس (Class) را تدریس کند، و یک کلاس نیز می‌تواند توسط چندین معلم تدریس شود.

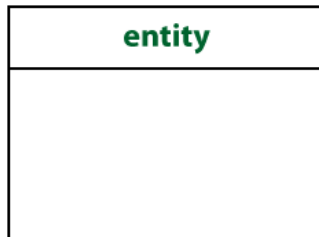


نمادگذاری Crow's Foot

با نام نمادگذاری (Information Engineering) E نیز شناخته می‌شود و رایج‌ترین روش نمایش ERD است.

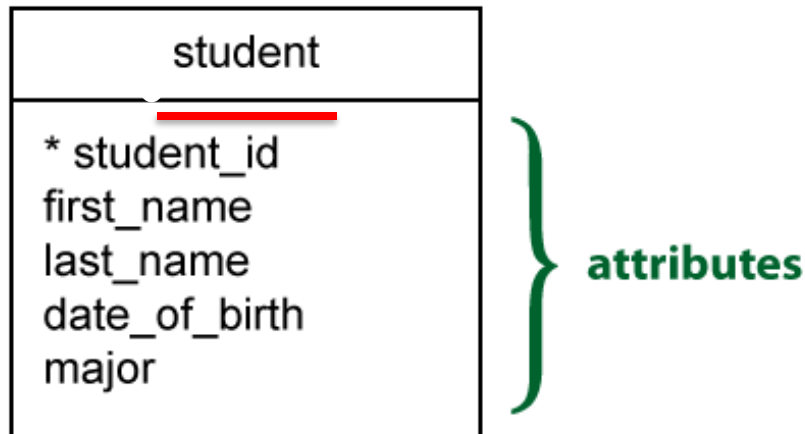
موجودیت:

در این نمادگذاری، موجودیت با یک مستطیل نمایش داده می‌شود که نام موجودیت در بالای آن نوشته می‌شود. نام موجودیت باید به صورت مفرد باشد مثلاً (Student، نه Students).



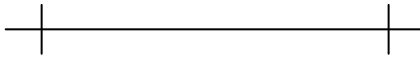
کاردینالیتی‌ها (ادامه)

در نمودار ER شناسه‌ها (ویژگی‌هایی که رکوردها را به‌طور یکتا مشخص می‌کنند) با زیرخط‌دار کردن نام ویژگی یا ویژگی‌ها نمایش داده می‌شوند.

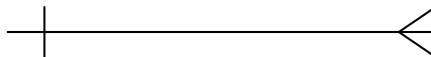


مدل‌های کاردینالیتی:

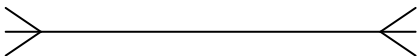
■ رابطه ۱ به ۱







■ رابطه ۱ به M



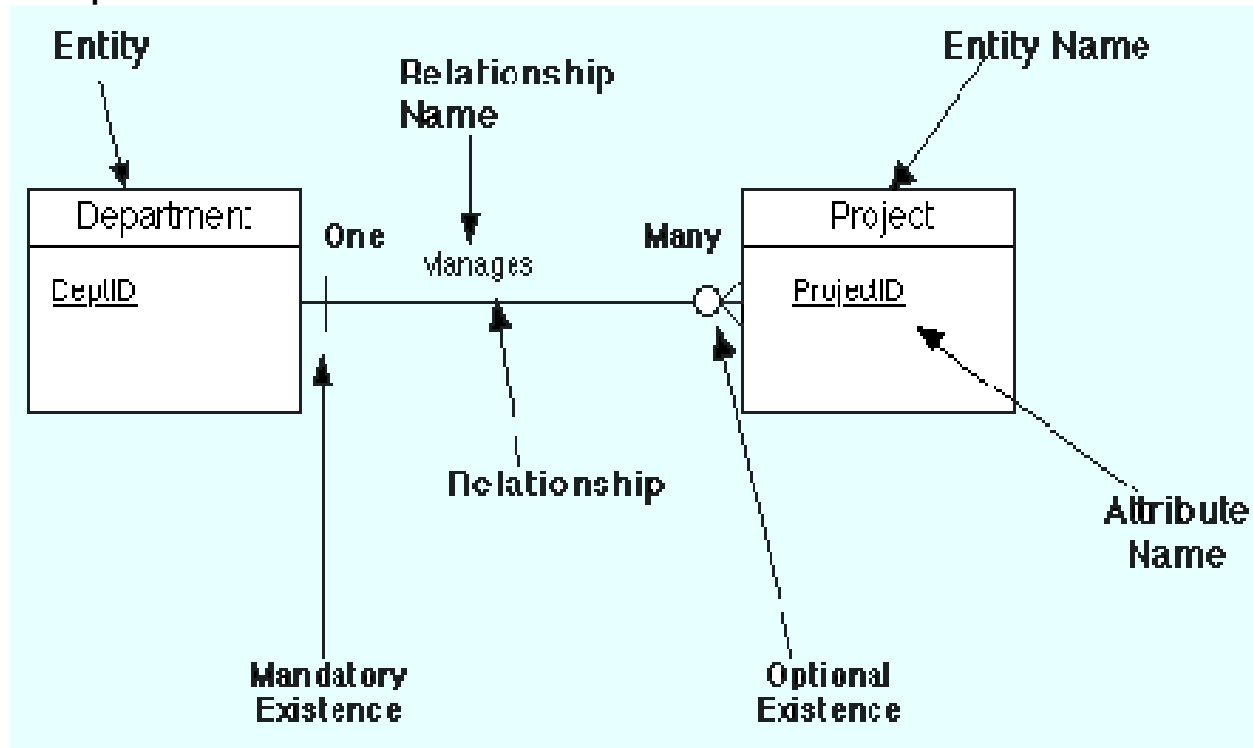
■ رابطه M به N



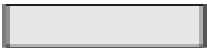

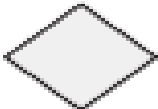
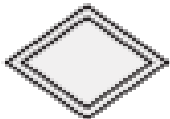


کاردینالیتی‌ها (ادامه)

Symbol	Meaning
	Mandatory—One
	Mandatory—Many
	Optional—One
	Optional—Many

Example Model



مدل Chen

Symbol	Meaning
	Entity
	Weak Entity
	Relationship
	Identifying Relationship
	Attribute
	Key Attribute

مدل Chen



Multivalued Attribute



Composite Attribute



Derived Attribute



Total Participation of E_2 in R

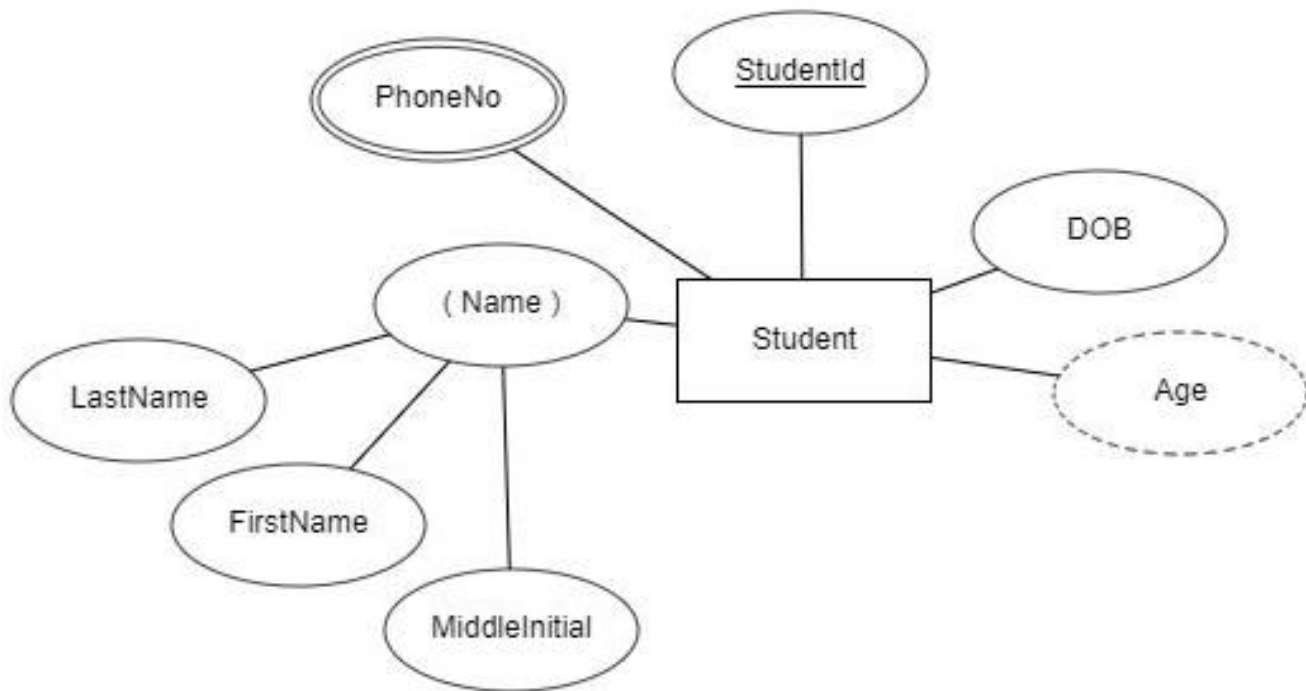


Cardinality Ratio 1 : N for $E_1 : E_2$ in R

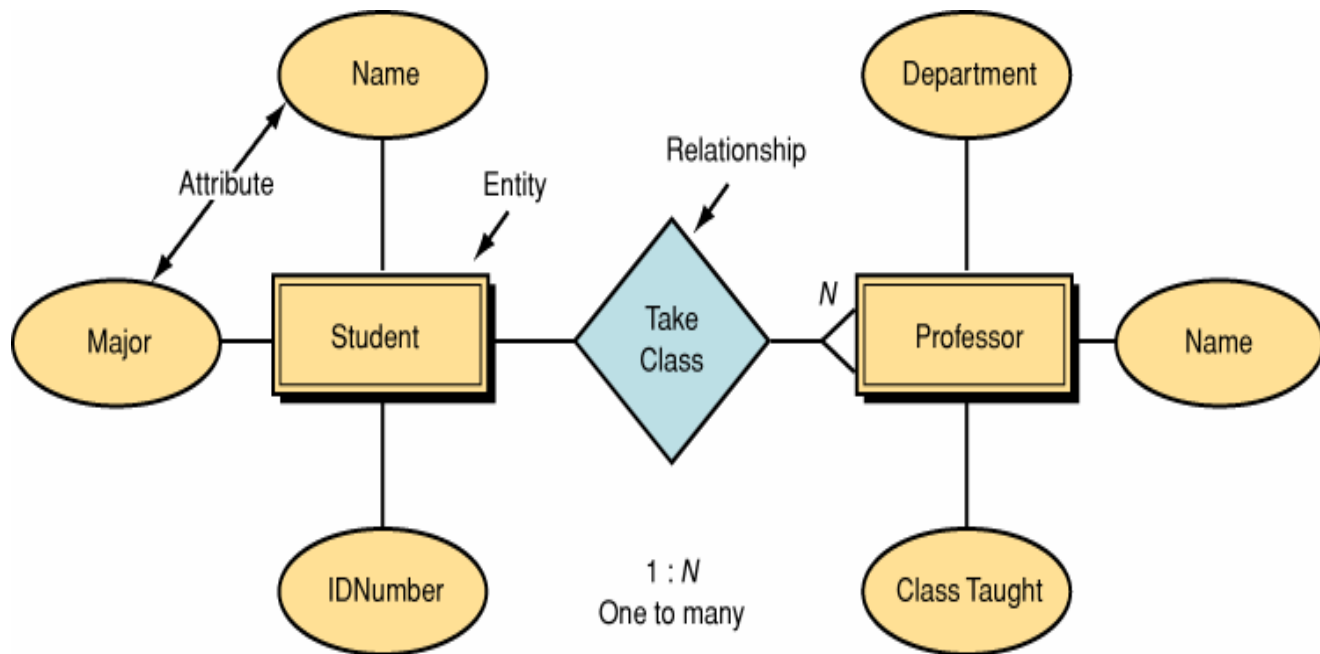


Structural Constraint (min, max)
on Participation of E in R

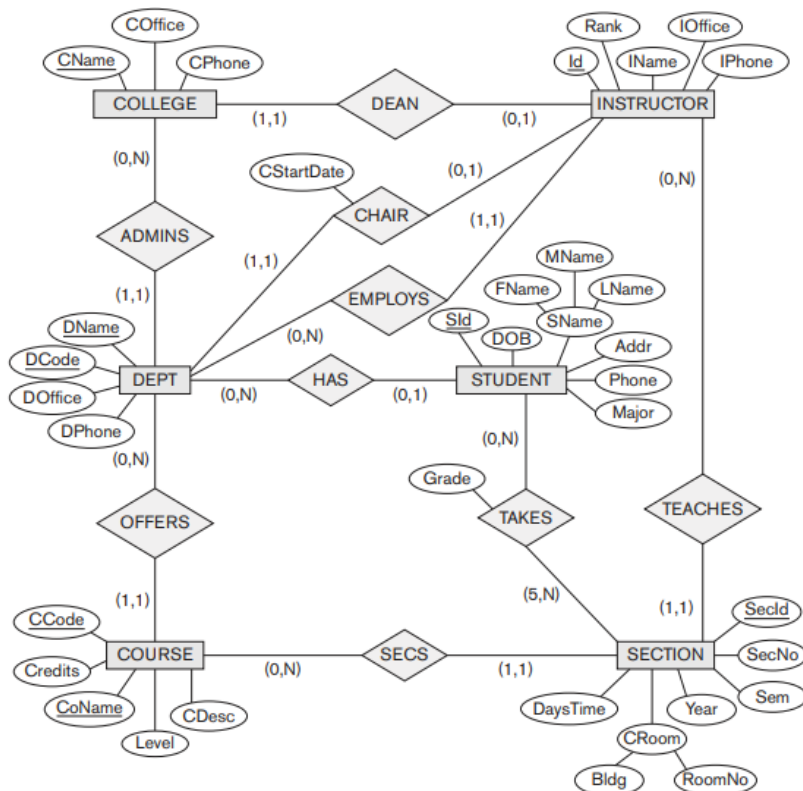
مدل Chen



مدل Chen



کار دینالیتی ها (ادامه)



نمودار ER برای یک پایگاه داده دانشگاه با استفاده از نمادگذاری Min-Max