

# CAPÍTULO 3

## El modelo de datos relacionales y Restricciones de bases de datos relacionales

# Bosquejo del capítulo

- Conceptos del modelo relacional
- Características de una relación
- Restricciones del modelo relacional y relaciones
  - Esquemas de bases de datos
- Actualizar operaciones y lidiar con restricciones
  - Violaciones

# Conceptos del modelo relacional

- El Modelo relacional de Datos se basa en el concepto de Relación
  - La fuerza del enfoque relacional para la gestión de datos proviene de la base formal proporcionada por la teoría de las relaciones.
- Revisamos los elementos esenciales del modelo relacional formal en este capítulo.
- En la práctica, existe un modelo estándar basado en SQL; se describe en los Capítulos 6 y 7 como un lenguaje
- Nota: Existen varias diferencias importantes entre el modelo formal y el modelo práctico , como veremos

# Conceptos del modelo relacional

- Una relación es un concepto matemático basado en las ideas de conjuntos
- El modelo fue propuesto por primera vez por el Dr. EF Codd de IBM Research en 1970 en el siguiente artículo:
  - "Un modelo relacional para grandes bancos de datos compartidos"  
Comunicaciones de la ACM, junio de 1970
- El artículo anterior provocó una gran revolución en el campo de la gestión de bases de datos y le valió al Dr. Codd el codiciado premio ACM Turing

# Definiciones informales

- Informalmente, una relación parece una tabla de valores.
- Una relación normalmente contiene un conjunto de filas.
- Los elementos de datos en cada fila representan ciertos hechos que corresponden a una entidad o relación del mundo real.
  - En el modelo formal, las filas se denominan tuplas.
- Cada columna tiene un encabezado de columna que proporciona una indicación del significado de los elementos de datos de esa columna.
  - En el modelo formal, el encabezado de la columna se denomina nombre de atributo (o simplemente atributo).

# Ejemplo de una relación

Relation Name

**STUDENT**

Attributes

Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21
Chung-cha Kim	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89
Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Rohan Panchal	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25

Tuples

**Figure 5.1**

The attributes and tuples of a relation STUDENT.

# Definiciones informales

## ■ Clave de una relación:

- Cada fila tiene un valor de un elemento de datos (o conjunto de elementos) que identifica de forma única esa fila en la tabla.
  - Llamada la clave
- En la tabla ESTUDIANTE, SSN es la clave
- A veces se asignan identificadores de fila o números secuenciales como claves para identificar las filas de una tabla.
  - Llamada clave artificial o clave sustituta

# Definiciones formales: esquema

- El esquema (o descripción) de una relación:

- Denotado por  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
- $R$  es el nombre de la relación
- Los atributos de la relación son  $A_1, A_2, \dots, A_n$

- Ejemplo:

CLIENTE (ID del cliente, Nombre del cliente, Dirección, Número de teléfono)

- CLIENTE es el nombre de la relación
- Definido sobre los cuatro atributos: Cust-id, Cust-name, Dirección, número de teléfono
- Cada atributo tiene un dominio o un conjunto de valores válidos.
  - Por ejemplo, el dominio de Cust-id son números de 6 dígitos.



# Definiciones formales: tupla

- Una tupla es un conjunto ordenado de valores (entre corchetes angulares '<... >')
- Cada valor se deriva de un dominio apropiado.
- Una fila en la relación CLIENTE es una tupla de 4 y constaría de cuatro valores, por ejemplo:
  - <632895, "John Smith", "101 Main St. Atlanta, GA 30332", "(404) 894-2000">
  - Esto se llama 4-tupla ya que tiene 4 valores
  - Una tupla (fila) en la relación CLIENTE.
- Una relación es un conjunto de tales tuplas (filas)

# Definiciones formales: dominio

- Un dominio tiene una definición lógica:
  - Ejemplo: “USA\_phone\_numbers” son el conjunto de números de teléfono de 10 dígitos válidos en EE. UU.
- Un dominio también tiene un tipo de datos o un formato definido para él.
  - Los números\_teléfonos\_de\_EE.UU. pueden tener el formato: (ddd)ddd-dddd donde cada d es un dígito decimal.
  - Las fechas tienen varios formatos, como año, mes y fecha. como aaaa-mm-dd, o como dd mm,aaaa, etc.
- El nombre del atributo designa el papel desempeñado en una relación:
  - Se utiliza para interpretar el significado de los elementos de datos correspondientes a ese atributo.
  - Ejemplo: El dominio Fecha se puede utilizar para definir dos atributos denominados “Fecha-factura” y “Fecha-pago” con significados diferentes.

# Definiciones formales - Estado

- El estado de relación es un subconjunto del producto cartesiano de los dominios de sus atributos
  - cada dominio contiene el conjunto de todos los valores posibles que puede tomar el atributo.
- Ejemplo: el atributo Cust-name se define sobre el dominio de cadenas de caracteres de longitud máxima 25
  - `dom(nombre-cliente)` es `varchar(25)`
- El papel que desempeñan estas cadenas en la relación CLIENTE es el del nombre de un cliente.

# Definiciones formales - Resumen

- Formalmente,
  - Dado  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
  - $r(R) \subseteq \text{dom}(A_1) \times \text{dom}(A_2) \times \dots \times \text{dom}(A_n)$
- $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  es el esquema de la relación
- $R$  es el nombre de la relación
- $A_1, A_2, \dots, A_n$  son los atributos de la relación
- $r(R)$ : un estado específico (o "valor" o "población") de la relación  $R$ ; este es un conjunto de tuplas (filas)
  - $r(R) = \{t_1, t_2, \dots, t_n\}$  donde cada  $t_i$  es una tupla
  - $t_i = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$  donde cada elemento  $v_j$  de  $\text{dom}(A_j)$

# Definiciones formales: ejemplo

- Sea  $R(A1, A2)$  un esquema de relación:
  - Sea  $\text{dom}(A1) = \{0,1\}$
  - Sea  $\text{dom}(A2) = \{a,b,c\}$
- Entonces:  $\text{dom}(A1) \times \text{dom}(A2)$  son todas las combinaciones posibles:  
 $\{ \langle 0,a \rangle, \langle 0,b \rangle, \langle 0,c \rangle, \langle 1,a \rangle, \langle 1,b \rangle, \langle 1,c \rangle \}$
- El estado de relación  $r(R) \subseteq \text{dom}(A1) \times \text{dom}(A2)$
- Por ejemplo:  $r(R)$  podría ser  $\{ \langle 0,a \rangle, \langle 0,b \rangle, \langle 1,c \rangle \}$ 
  - este es un posible estado (o “población” o “extensión”)  $r$  de la relación  $R$ , definida sobre  $A1$  y  $A2$ .
  - Tiene tres 2-tuplas:  $\langle 0,a \rangle, \langle 0,b \rangle, \langle 1,c \rangle$

# Resumen de definición

<u>Términos informales</u>		<u>Términos formales</u>
Mesa		Relación
Encabezado de la columna		Atributo
Todas las columnas posibles Valores		Dominio
Fila		tupla
Definición de tabla		Esquema de una relación
Tabla poblada		Estado de la relación

# Ejemplo – Una relación ESTUDIANTE

The diagram illustrates the structure of a relation. At the top, 'Relation Name' points to 'STUDENT'. 'Attributes' points to the column headers of the table. 'Tuples' points to the rows of the table.

Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21
Chung-cha Kim	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89
Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Rohan Panchal	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25

**Figure 5.1**

The attributes and tuples of a relation STUDENT.

# Mismo estado que la figura anterior (pero con diferente orden de tuplas)

## Figure 5.2

The relation STUDENT from Figure 5.1 with a different order of tuples.

### STUDENT

Name	Ssn	Home_phone	Address	Office_phone	Age	Gpa
Dick Davidson	422-11-2320	NULL	3452 Elgin Road	749-1253	25	3.53
Barbara Benson	533-69-1238	839-8461	7384 Fontana Lane	NULL	19	3.25
Rohan Panchal	489-22-1100	376-9821	265 Lark Lane	749-6492	28	3.93
Chung-cha Kim	381-62-1245	375-4409	125 Kirby Road	NULL	18	2.89
Benjamin Bayer	305-61-2435	373-1616	2918 Bluebonnet Lane	NULL	19	3.21



# Características de las relaciones

- Ordenación de tuplas en una relación  $r(R)$ :
  - Las tuplas no se consideran ordenadas, aunque parezcan estar en forma tabular.
- Ordenación de atributos en un esquema de relación  $R$  (y de valores dentro de cada tupla):
  - Consideraremos los atributos en  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$  y los valores en  $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$  para ordenar.
    - (Sin embargo, una definición alternativa más general de relación no requiere este pedido. Incluye tanto el nombre como el valor de cada uno de los atributos).
    - Ejemplo:  $t = \{ \langle \text{nombre}, \text{"John"} \rangle, \langle \text{SSN}, 123456789 \rangle \}$

# Características de las relaciones

## ■ Valores en una tupla:

- Todos los valores se consideran atómicos (indivisibles).
- Cada valor de una tupla debe ser del dominio de el atributo para esa columna
  - Si la tupla  $t = \langle v_1, v_2, \dots, v_n \rangle$  es una tupla (fila) en el estado de relación  $r$  de  $R(A_1, A_2, \dots, A_n)$
  - Entonces cada  $v_i$  debe ser un valor de  $\text{dom}(A_i)$
- Se utiliza un valor nulo especial para representar valores. que son desconocidos o no están disponibles o no son aplicables en determinadas tuplas.

# Características de las relaciones

## ■ Notación:

- Nos referimos a los valores de los componentes de una tupla  $t$  mediante: ■  
 $t[A_i]$  o  $t.A_i$  ■ Este es el valor  $v_i$  del atributo  $A_i$  para la tupla  $t$

# RESTRICCIONES

Las restricciones determinan qué valores están permitidos y cuáles no están en la base de datos.

Son de tres tipos principales:

1. Restricciones inherentes o implícitas: se basan en el propio modelo de datos. (Por ejemplo, el modelo relacional no permite una lista como valor para ningún atributo)
2. Restricciones basadas en esquemas o explícitas: Se expresan en el esquema utilizando las facilidades proporcionadas por el modelo. (Por ejemplo, restricción de relación de cardinalidad máxima en el modelo ER)
3. Restricciones semánticas o basadas en aplicaciones: están más allá del poder expresivo del modelo y deben ser especificadas y aplicadas por los programas de aplicación.

# Restricciones de integridad relacional

- Las restricciones son condiciones que deben cumplirse en todos los estados de relación válidos.
- Hay tres tipos principales de (basados en esquemas explícitos) restricciones que se pueden expresar en el modelo relacional:
  - Limitaciones clave
  - Restricciones de integridad de la entidad
  - Restricciones de integridad referencial
- Otra restricción basada en esquemas es el dominio restricción
  - Cada valor en una tupla debe ser del dominio de su atributo (o podría ser nulo, si está permitido para ese atributo)

# Limitaciones clave

## ■ Superclave de R:

### ■ Es un conjunto de atributos SK de R con la siguiente condición:

- No hay dos tuplas en cualquier estado de relación válido  $r(R)$  que tengan la mismo valor para SK
- Es decir, para cualquier tupla distinta  $t1$  y  $t2$  en  $r(R)$ ,  $t1[SK] \neq t2[SK]$
- Esta condición debe cumplirse en cualquier estado válido  $r(R)$

## ■ Clave de R:

### ■ Una superclave "mínima"

## ■ Una clave es una superclave, pero no al revés

# Restricciones clave (continuación)

- Ejemplo: Considere el esquema de relación CAR:
  - COCHE (estado, número de registro, número de serie, marca, modelo, año)
  - COCHE tiene dos claves:
    - Clave1 = {Estado, Reg#}
    - Clave2 = {SerialNo}
  - Ambas también son superclaves de CAR
  - {SerialNo, Make} es una superclave pero no una clave. ■

En general: ■

- Cualquier clave es una superclave (pero no al revés) ■
- Cualquier conjunto de atributos que incluya una clave es una superclave
- Una superclave mínima también es una clave

# Restricciones clave (continuación)

- Si una relación tiene varias claves candidatas, se elige una arbitrariamente para ser la clave principal.
  - Los atributos de la clave principal están subrayados.
- Ejemplo: Considere el esquema de relación CAR:
  - COCHE (estado, número de registro, número de serie, marca, modelo, año)
  - Elegimos SerialNo como clave principal
- El valor de la clave principal se utiliza para identificar de forma única cada tupla en una relación.
  - Proporciona la identidad de la tupla
- También se utiliza para hacer referencia a la tupla de otra tupla.
  - Regla general: elija como clave principal la más pequeña de las claves candidatas.



# Tabla CAR con dos claves candidatas – Número de licencia elegido como clave principal

**CAR**

<u>License_number</u>	Engine_serial_number	Make	Model	Year
Texas ABC-739	A69352	Ford	Mustang	02
Florida TVP-347	B43696	Oldsmobile	Cutlass	05
New York MPO-22	X83554	Oldsmobile	Delta	01
California 432-TFY	C43742	Mercedes	190-D	99
California RSK-629	Y82935	Toyota	Camry	04
Texas RSK-629	U028365	Jaguar	XJS	04

**Figure 5.4**

The CAR relation, with two candidate keys: License\_number and Engine\_serial\_number.

# Integridad de la entidad

## ■ Integridad de la entidad:

- Los atributos de clave primaria PK de cada esquema de relación R en S no pueden tener valores nulos en ninguna tupla de  $r(R)$ .
  - Esto se debe a que se utilizan valores de clave primaria para identificar las tuplas individuales.
  - $t[PK] \neq \text{nulo}$  para cualquier tupla  $t$  en  $r(R)$
  - Si PK tiene varios atributos, no se permite nulo en ninguno de estos atributos
- Nota: Otros atributos de R pueden estar restringidos para no permitir valores nulos, aunque no sean miembros de la clave principal.

# Integridad referencial

- Una restricción que involucra dos relaciones
  - Las restricciones anteriores implican una única relación.
- Se utiliza para especificar una relación entre tuplas en dos relaciones:
  - La relación referencial y el referenciado.  
relación.

# Integridad referencial

- Las tuplas en la relación de referencia R1 tienen atributos FK (llamados atributos de clave externa ) que hacen referencia a los atributos de clave primaria PK de la relación referenciada R2.
  - Se dice que una tupla t1 en R1 hace referencia a una tupla t2 en R2 si  $t1[FK] = t2[PK]$ .
- Una restricción de integridad referencial se puede mostrar en un esquema de base de datos relacional como un arco dirigido desde R1.FK a R2.

# Integridad referencial (o clave externa) Restricción

## ■ Declaración de la restricción

- El valor en la columna (o columnas) de clave externa FK de la relación de referencia R1 puede ser :
  - (1) un valor de un valor de clave primaria existente de una clave primaria PK correspondiente en la relación referenciada R2, o
  - (2) un nulo.
- En el caso (2), la FK en R1 no debería ser parte de su propia clave primaria.

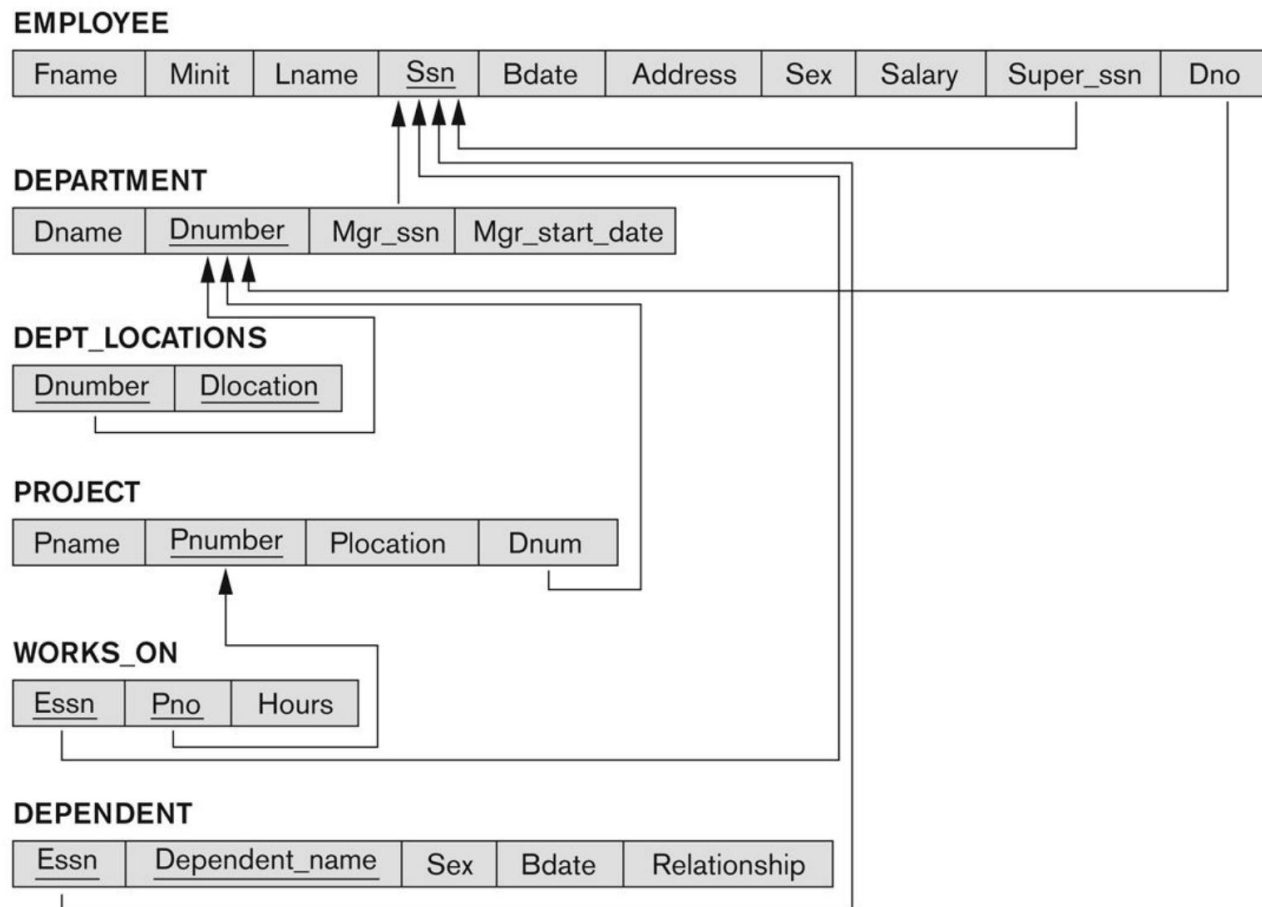
# Mostrar un esquema de base de datos relacional y sus restricciones

- Cada esquema de relación se puede mostrar como una fila de nombres de atributos
- El nombre de la relación se escribe encima del atributo.  
nombres
- El atributo (o atributos) de la clave principal estará subrayado.
- Las restricciones de una clave externa (integridad referencial) se muestran como un arco dirigido (flecha) desde los atributos de la clave externa hasta la tabla referenciada.
  - También puede señalar la clave principal de la relación referenciada.  
para mayor claridad
- La siguiente diapositiva muestra el diagrama del esquema relacional EMPRESA con restricciones de integridad referencial.

## Restricciones de integridad referencial para la base de datos de EMPRESA

**Figure 5.7**

Referential integrity constraints displayed on the COMPANY relational database schema.



# Otros tipos de restricciones

- Restricciones de integridad semántica:
  - basado en la semántica de la aplicación y no puede expresarse mediante el modelo per se
  - Ejemplo: “el máximo. No. El número de horas por empleado para todos los proyectos en los que trabaja es de 56 horas por semana”.
- Es posible que sea necesario utilizar un lenguaje de especificación de restricciones para expresar estas
- SQL-99 permite CREAR DISPARADOR y CREAR ASERCIÓN para expresar algunas de estas restricciones semánticas.
- Claves, permisibilidad de valores nulos, claves candidatas (Único en SQL), claves externas, integridad referencial, etc. se expresan mediante la declaración CREATE TABLE en SQL.



# Esquema de base de datos relacional

- Esquema de base de datos relacional:
  - Un conjunto  $S$  de esquemas de relación que pertenecen a la misma base de datos.
  - $S$  es el nombre de todo el esquema de la base de datos.
  - $S = \{R_1, R_2, \dots, R_n\}$  y un conjunto  $IC$  de restricciones de integridad.
  - $R_1, R_2, \dots, R_n$  son los nombres de los esquemas de relación individuales dentro de la base de datos  $S$
- La siguiente diapositiva muestra una base de datos de EMPRESA esquema con 6 esquemas de relación

# Esquema de base de datos de EMPRESA

## EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	<u>Ssn</u>	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
-------	-------	-------	------------	-------	---------	-----	--------	-----------	-----

## DEPARTMENT

Dname	<u>Dnumber</u>	Mgr_ssn	Mgr_start_date
-------	----------------	---------	----------------

## DEPT\_LOCATIONS

<u>Dnumber</u>	<u>Dlocation</u>
----------------	------------------

## PROJECT

Pname	<u>Pnumber</u>	Plocation	Dnum
-------	----------------	-----------	------

## WORKS\_ON

<u>Essn</u>	<u>Pno</u>	Hours
-------------	------------	-------

## DEPENDENT

<u>Essn</u>	<u>Dependent_name</u>	Sex	Bdate	Relationship
-------------	-----------------------	-----	-------	--------------

**Figure 5.5**  
Schema diagram for  
the COMPANY  
relational database  
schema.

# Estado de la base de datos relacional

- Un estado de base de datos relacional DB de S es un conjunto de estados de relación  $DB = \{r_1, r_2, \dots, r_i\}$  tal que cada  $r_i$  es un estado de  $R_i$  y tal que los estados de relación satisfacen las restricciones de integridad especificadas en IC.
- El estado de una base de datos relacional a veces se denomina instantánea o instancia de una base de datos relacional.
- No utilizaremos el término instancia ya que también se aplica a tuplas individuales.
- Un estado de base de datos que no cumple con las restricciones es un estado no válido

# Estado de la base de datos poblada

- Cada relación tendrá muchas tuplas en su relación actual estado
- El estado de la base de datos relacional es una unión de todos los estados de relación individuales
- Cada vez que se cambia la base de datos, surge un nuevo estado
- Operaciones básicas para cambiar la base de datos:
  - INSERTAR una nueva tupla en una relación
  - ELIMINAR una tupla existente de una relación
  - MODIFICAR un atributo de una tupla existente
- La siguiente diapositiva (Fig. 5.6) muestra un estado de ejemplo para el esquema de base de datos COMPANY que se muestra en la Fig. 5.5.

# Estado de la base de datos completa para EMPRESA

Figure 5.6

One possible database state for the COMPANY relational database schema.

## EMPLOYEE

Fname	Minit	Lname	Ssn	Bdate	Address	Sex	Salary	Super_ssn	Dno
John	B	Smith	123456789	1965-01-09	731 Fondren, Houston, TX	M	30000	333445555	5
Franklin	T	Wong	333445555	1955-12-08	638 Voss, Houston, TX	M	40000	888665555	5
Alicia	J	Zelaya	999887777	1968-01-19	3321 Castle, Spring, TX	F	25000	987654321	4
Jennifer	S	Wallace	987654321	1941-06-20	291 Berry, Bellaire, TX	F	43000	888665555	4
Ramesh	K	Narayan	666884444	1962-09-15	975 Fire Oak, Humble, TX	M	38000	333445555	5
Joyce	A	English	453453453	1972-07-31	5631 Rice, Houston, TX	F	25000	333445555	5
Ahmad	V	Jabbar	987987987	1969-03-29	980 Dallas, Houston, TX	M	25000	987654321	4
James	E	Borg	888665555	1937-11-10	450 Stone, Houston, TX	M	55000	NULL	1

## DEPARTMENT

Dname	Dnumber	Mgr_ssn	Mgr_start_date
Research	5	333445555	1988-05-22
Administration	4	987654321	1995-01-01
Headquarters	1	888665555	1981-06-19

## DEPT\_LOCATIONS

Dnumber	Dlocation
1	Houston
4	Stafford
5	Bellaire
5	Sugarland
5	Houston

## WORKS\_ON

Essn	Pno	Hours
123456789	1	32.5
123456789	2	7.5
666884444	3	40.0
453453453	1	20.0
453453453	2	20.0
333445555	2	10.0
333445555	3	10.0
333445555	10	10.0
333445555	20	10.0
999887777	30	30.0
999887777	10	10.0
987987987	10	35.0
987987987	30	5.0
987654321	30	20.0
987654321	20	15.0
888665555	20	NULL

## PROJECT

Pname	Pnumber	Plocation	Dnum
ProductX	1	Bellaire	5
ProductY	2	Sugarland	5
ProductZ	3	Houston	5
Computerization	10	Stafford	4
Reorganization	20	Houston	1
Newbenefits	30	Stafford	4

## DEPENDENT

Essn	Dependent_name	Sex	Bdate	Relationship
333445555	Alice	F	1986-04-05	Daughter
333445555	Theodore	M	1983-10-25	Son
333445555	Joy	F	1958-05-03	Spouse
987654321	Abner	M	1942-02-28	Spouse
123456789	Michael	M	1988-01-04	Son
123456789	Alice	F	1988-12-30	Daughter
123456789	Elizabeth	F	1967-05-05	Spouse

# Actualizar operaciones sobre relaciones

- INSERTAR una tupla.
- BORRAR una tupla.
- MODIFICAR una tupla.
- Las operaciones de actualización no deben violar las restricciones de integridad.
- Es posible que sea necesario agrupar varias operaciones de actualización.
- Las actualizaciones pueden propagarse para generar otras actualizaciones automáticamente. Esto puede ser necesario para mantener las restricciones de integridad.

# Actualizar operaciones sobre relaciones

- En caso de violación de la integridad, se pueden tomar varias acciones.  
ser tomado:
  - Cancelar la operación que causa la infracción  
(opción RESTRINGIR o RECHAZAR)
  - Realice la operación pero informe al usuario del  
violación
  - Activar actualizaciones adicionales para que la infracción sea  
corregido (opción CASCADE, opción SET NULL)
  - Ejecutar una rutina de corrección de errores especificada por el usuario

# Posibles violaciones para cada operación.

- INSERT puede violar cualquiera de las restricciones:
  - Restricción de dominio:
    - si uno de los valores de atributo proporcionados para la nueva tupla no es del dominio de atributo especificado
  - Restricción clave:
    - si el valor de un atributo clave en la nueva tupla ya existe en otra tupla en la relación
  - Integridad referencial:
    - si un valor de clave externa en la nueva tupla hace referencia a una clave principal valor que no existe en la relación referenciada
  - Integridad de la entidad:
    - si el valor de la clave principal es nulo en la nueva tupla



# Posibles violaciones para cada operación.

- **BORRAR puede violar sólo la integridad referencial:**
  - Si el valor de clave principal de la tupla que se está eliminando tiene referencias de otras tuplas en la base de datos
    - Puede solucionarse mediante varias acciones: RESTRICT, CASCADE, SET NULL (consulte el Capítulo 6 para obtener más detalles)
      - Opción RESTRICT: rechazar la eliminación
      - Opción CASCADE: propaga el nuevo valor de clave principal al claves foráneas de las tuplas de referencia
      - Opción SET NULL: establece las claves externas de las tuplas de referencia a NULO
  - Se debe especificar una de las opciones anteriores durante el diseño de la base de datos para cada restricción de clave externa.

# Posibles violaciones para cada operación.

- ACTUALIZAR puede violar la restricción de dominio y la restricción NOT NULL en un atributo que se está modificando
- También se puede infringir cualquiera de las otras restricciones, según el atributo que se actualiza:
  - Actualización de la clave principal (PK):
  - Actualización de una clave externa (FK):
    - Puede violar la integridad referencial
  - Actualización de un atributo ordinario (ni PK ni FK):
    - Sólo puede violar las restricciones del dominio

# Resumen

- Conceptos del modelo relacional presentados
  - Definiciones
  - Características de las relaciones
- Se discutieron las restricciones del modelo relacional y los Esquemas de bases de datos
  - Restricciones de dominio
  - Limitaciones clave
  - Integridad de la entidad
  - Integridad referencial
- Describió las operaciones de actualización relacional y el manejo de violaciones de restricciones.

# Ejercicio en clase

(Tomado del Ejercicio 5.15)

Considere las siguientes relaciones para una base de datos que realiza un seguimiento de la inscripción de estudiantes en cursos y los libros adoptados para cada curso:

ESTUDIANTE(SSN, Nombre, Especialización, Fecha de Licenciatura)

CURSO(Curso#, Nombre, Departamento)

INSCRIBIRSE (SSN, Curso#, Trimestre, Grado)

BOOK\_ADOPTION(Curso#, Trimestre, Libro ISBN)

TEXTO(Libro ISBN, Título del libro, Editorial, Autor)

Dibuje un diagrama de esquema relacional que especifique las claves externas para este esquema.