Bases de Datos I

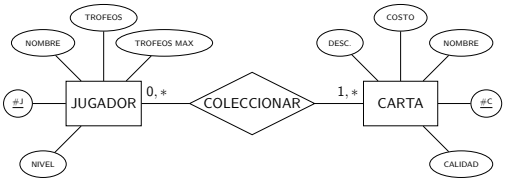
Modelo relacional: diseño intuitivo y lenguajes de consulta

Lic. Víctor M. Cardentey Fundora
Dra. Lucina García Hernández

Departamento de Computación
Facultad de Matemática y Computación
Universidad de La Habana

3 de octubre de 2023

¿Dónde nos quedamos?



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

Coleccionar(#J, #C)

FK: #J REFERENCES Jugador
FK: #C REFERENCES Carta

¿Para qué están aquí?

Objetivos para la conferencia

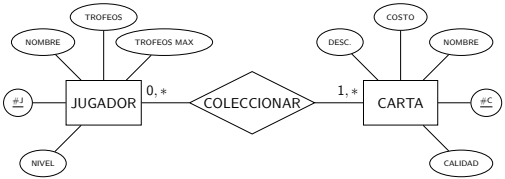
1. Poder transformar un diseño conceptual descrito por el modelo MERX en un diseño lógico basado en el modelo Relacional.
2. Poder utilizar el diseño lógico obtenido para responder las preguntas del usuario.

Diseño intuitivo


DISEÑO INTUITIVO
IF
IF
IF
IF
imgflip.com

Algoritmo del diseño intuitivo

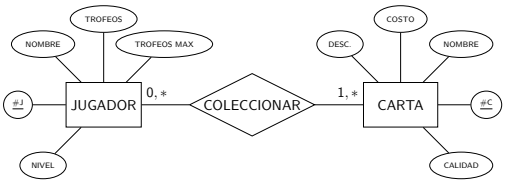
Diseño intuitivo



Diseño intuitivo

La idea básica

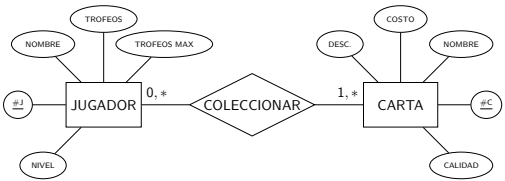
1. Convertir cada conjunto de entidades en una relación con el mismo conjunto de atributos.



Diseño intuitivo

La idea básica

1. Convertir cada conjunto de entidades en una relación con el mismo conjunto de atributos.



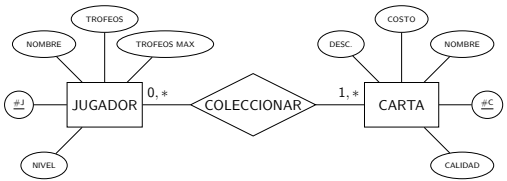
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

Diseño intuitivo

La idea básica

1. Convertir cada conjunto de entidades en una relación con el mismo conjunto de atributos.
2. Convertir cada interrelación en una relación cuyos atributos son las llaves primarias de las relaciones que representan los conjuntos de entidades conectados.



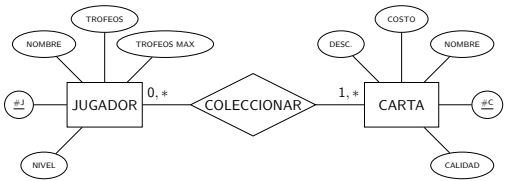
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

Diseño intuitivo

La idea básica

1. Convertir cada conjunto de entidades en una relación con el mismo conjunto de atributos.
2. Convertir cada interrelación en una relación cuyos atributos son las llaves primarias de las relaciones que representan los conjuntos de entidades conectados.



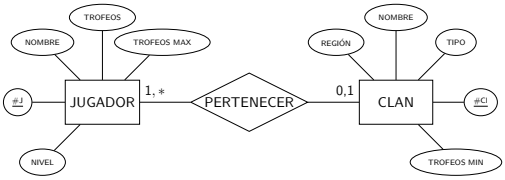
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

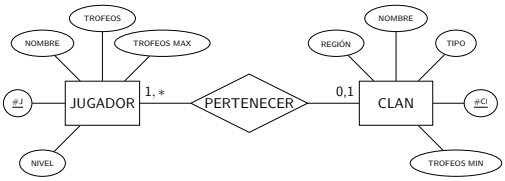
Coleccionar(#J, #C)

FK: #J REFERENCES Jugador
FK: #C REFERENCES Carta

Aplicando el algoritmo



Aplicando el algoritmo



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

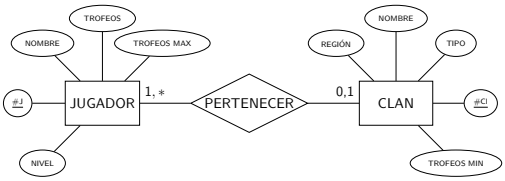
Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

Aplicando el algoritmo



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

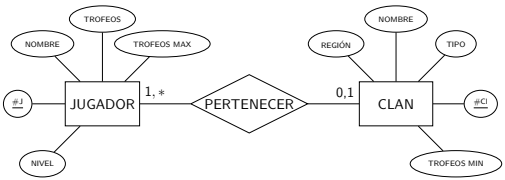
Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

¿Este diseño es eficiente?

Un caso especial



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)
FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Añadir la llave primaria de la relación correspondiente al conjunto de entidades en el extremo con cardinalidad máxima uno a la relación correspondiente al conjunto de entidades en el otro extremo.

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Comparemos estos enfoques

Supongamos que:

- Cada identificador es un entero de 64 bits y el indicador NULL también ocupa 64 bits.
- Se tienen datos de 2 millones de jugadores en la base de datos.
- Se tiene que 500 mil jugadores pertenecen a un clan.

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Comparemos estos enfoques

Supongamos que:

- Cada identificador es un entero de 64 bits y el indicador NULL también ocupa 64 bits.
- Se tienen datos de 2 millones de jugadores en la base de datos.
- Se tiene que 500 mil jugadores pertenecen a un clan.

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

$128 \times 5 \times 10^5$ bits $= 8$ Megabytes

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

$64 \times 2 \times 10^6$ bits $= 16$ Megabytes

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Comparemos estos enfoques

Supongamos que:

- Cada identificador es un entero de 64 bits y el indicador NULL también ocupa 64 bits.
- Se tienen datos de 2 millones de jugadores en la base de datos.
- Se tiene que 1.5 millones de jugadores pertenecen a un clan.

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Comparemos estos enfoques

Supongamos que:

- Cada identificador es un entero de 64 bits y el indicador NULL también ocupa 64 bits.
- Se tienen datos de 2 millones de jugadores en la base de datos.
- Se tiene que 1.5 millones de jugadores pertenecen a un clan.

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

$128 \times 1.5 \times 10^6$ bits $= 24$ Megabytes

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

$64 \times 2 \times 10^6$ bits $= 16$ Megabytes

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

- Más eficiente espacialmente cuando la multiplicidad de la interrelación es pequeña.
- Menos eficiente para realizar operaciones sobre los datos

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseños para interrelaciones de muchos a uno

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Pertenecer(#J, #Cl)

FK: #J REFERENCES Jugador

FK: #Cl REFERENCES Clan

- Más eficiente espacialmente cuando la multiplicidad de la interrelación es pequeña.
- Menos eficiente para realizar operaciones sobre los datos

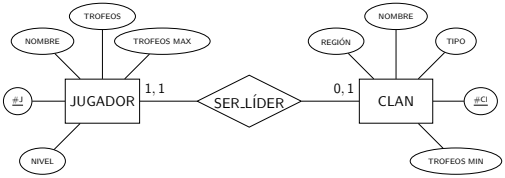
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)

FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

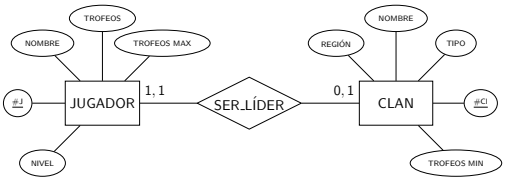
Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

- Más eficiente espacialmente cuando la multiplicidad de la interrelación es grande.
- Más eficiente para realizar operaciones sobre los datos

El caso especial del caso especial



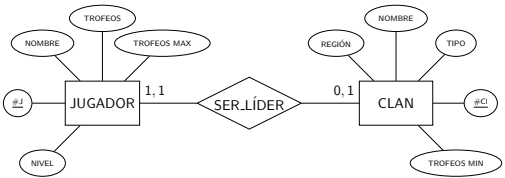
Diseño para interrelaciones uno a uno: Opcionalidad



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)
FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

Diseño para interrelaciones uno a uno: Obligatoriedad



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin, #J)

FK: #J REFERENCES Jugador

Diseño para interrelaciones de uno a uno

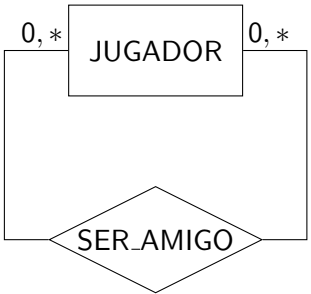
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, #Cl)
FK: #Cl REFERENCES Clan HAS NULL

Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin)

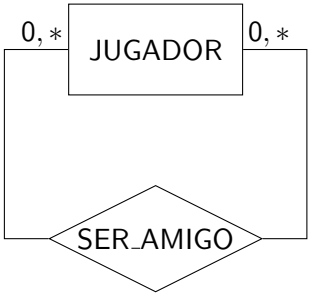
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)
Clan(#Cl, Nombre, Región, Tipo, TrofeosMin, #J)
FK: #J REFERENCES Jugador

Seleccionar el extremo con mayor cardinalidad mínima es más eficiente

Diseño para interrelaciones con roles



Diseño para interrelaciones con roles

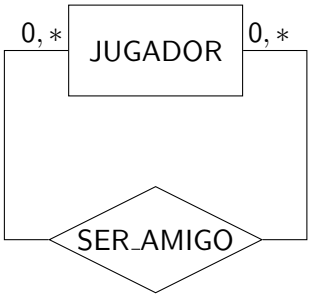


Ser_Amigo(<u>#Amigo1, #Amigo2</u>)

FK: #Amigo1 REFERENCES Jugador (#J)

FK: #Amigo2 REFERENCES Jugador (#J)

Diseño para interrelaciones con roles



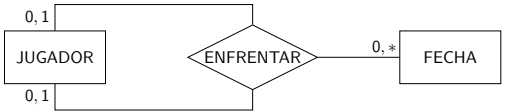
Ser_Amigo(<u>#Amigo1</u>, <u>#Amigo2</u>)

FK: #Amigo1 REFERENCES Jugador (#J)

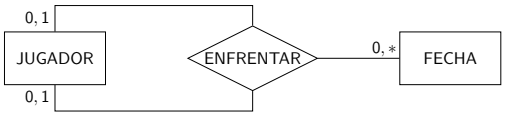
FK: #Amigo2 REFERENCES Jugador (#J)

Se deben renombrar los atributos que tienen el mismo nombre

Diseño para interrelaciones *n*-arias



Diseño para interrelaciones *n*-arias



Fecha(<u>Fecha</u>)

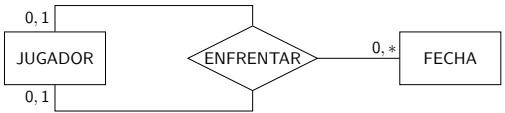
Enfrentar(<u>#J1, #J2, Fecha</u>)

FK: #J1 REFERENCES Jugador (#J)

FK: #J2 REFERENCES Jugador (#J)

FK: Fecha REFERENCES Fecha

Diseño para interrelaciones *n*-arias



Fecha(Fecha)

Enfrentar(#J1, #J2, Fecha)

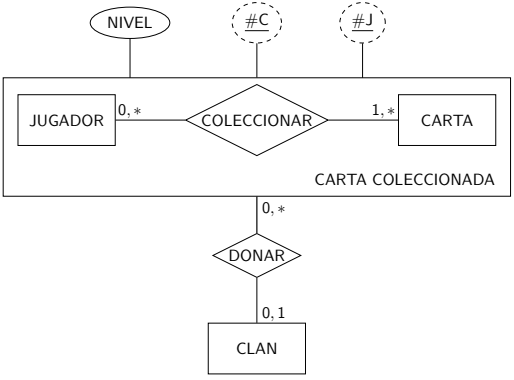
FK: #J1 REFERENCES Jugador (#J)

FK: #J2 REFERENCES Jugador (#J)

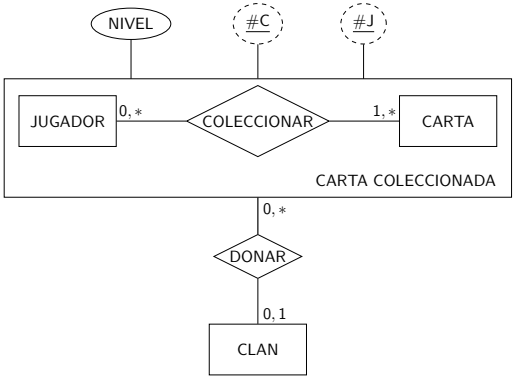
FK: Fecha REFERENCES Fecha

- Convertir la interrelación en una relación cuyos atributos son las llaves primarias de las relaciones que representan los conjuntos de entidades conectados.
- Si existen extremos de la interrelación con cardinalidad máxima uno, se escoge uno de ellos y su llave primaria se retira de la llave primaria de la relación resultante.

Diseño de agregaciones



Diseño de agregaciones



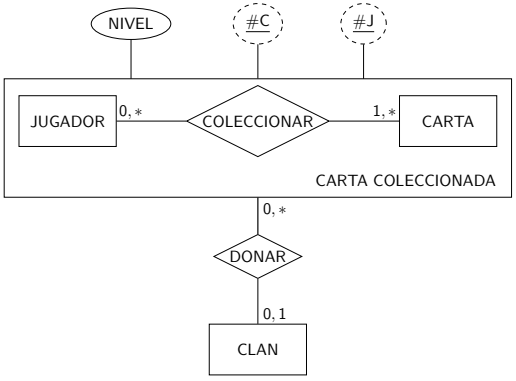
Coleccionar(#J, #C, Nivel)

Donar(#J, #C, #Cl)

FK: (#J, #C) REFERENCES Coleccionar (#J, #C)

FK: #Cl REFERENCES Clan

Diseño de agregaciones



Coleccionar(#J, #C, Nivel)

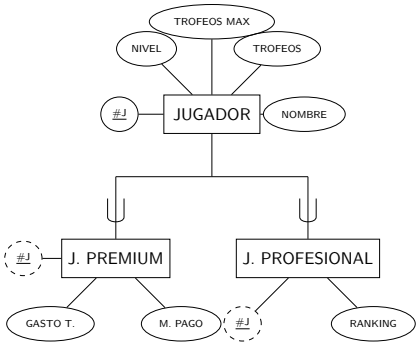
Donar(#J, #C, #Cl)

FK: (#J, #C) REFERENCES Coleccionar (#J, #C)

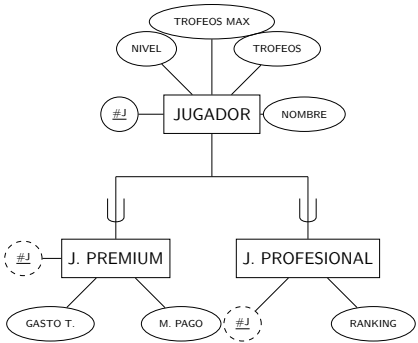
FK: #Cl REFERENCES Clan

Agregar los atributos a la relación resultante de la interrelación

Diseños para la especialización

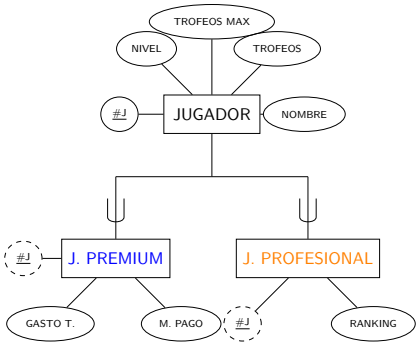


Diseños para la especialización



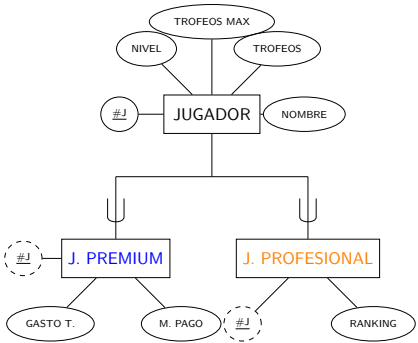
Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, Gasto T., M. Pago, Ranking)

Diseños para la especialización



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, Gasto T., M. Pago, Ranking)

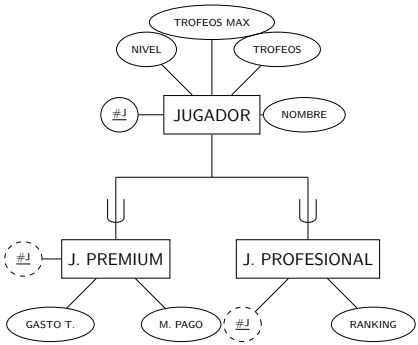
Diseños para la especialización



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, Gasto T., M. Pago, Ranking)

¿Qué ocurre si un jugador es profesional pero no premium?

Diseños para la especialización



Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

J. Premium(#J, Gasto T., M. Pago)

FK: #J REFERENCES Jugador

J. Profesional(#J, Ranking)

FK: #J REFERENCES Jugador

Diseños para la especialización

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax, Gasto T., M. Pago, Ranking)

- Es eficiente espacialmente si la intersección entre los conjuntos especializados es grande.
- Es eficiente para recuperar los datos.

Jugador(#J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax)

J. Premium(#J, Gasto T., M. Pago)

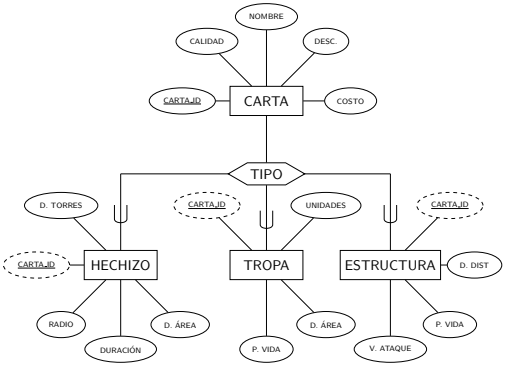
FK: #J REFERENCES Jugador

J. Profesional(#J, Ranking)

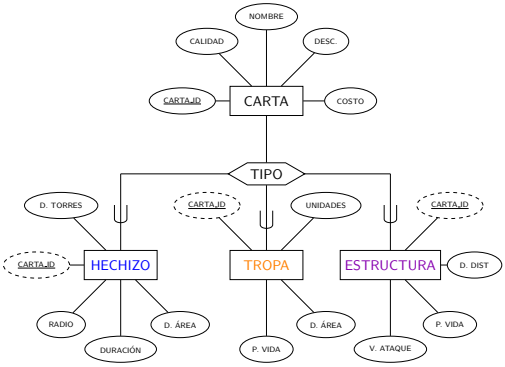
FK: #J REFERENCES Jugador

- Siempre es eficiente espacialmente (Nunca produce el estado NULL de un atributo)
- Para obtener todos los datos de una entidad a profundidad h en la jerarquía se deben realizar h joins.

Diseños para la especialización (partición)

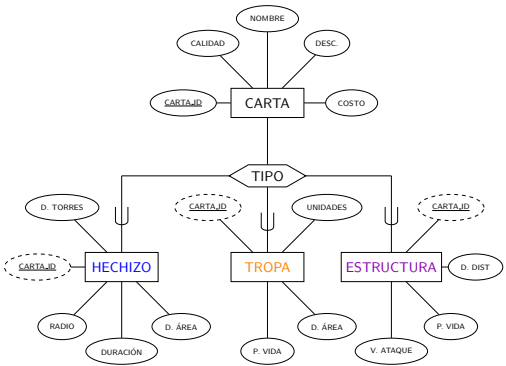


Diseños para la especialización (partición)



Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D.Torres, Radio, Duración, H. D. Área, Unidades, T. P. Vida, T. D. Área, D. Dist, E. P. Vida, V. Ataque)

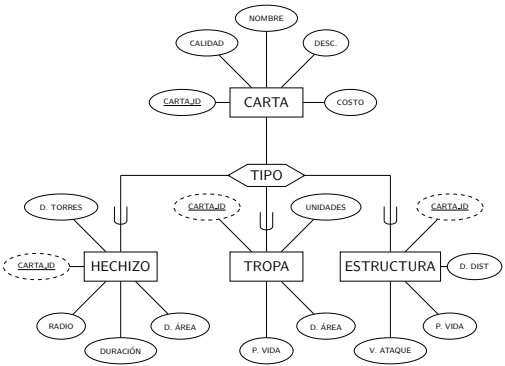
Diseños para la especialización (partición)



Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D.Torres, Radio, Duración, H. D. Área, Unidades, T. P. Vida, T. D. Área, D. Dist, E. P. Vida, V. Ataque)

Muy ineficiente espacialmente porque la intersección es vacía.

Diseños para la especialización (partición)



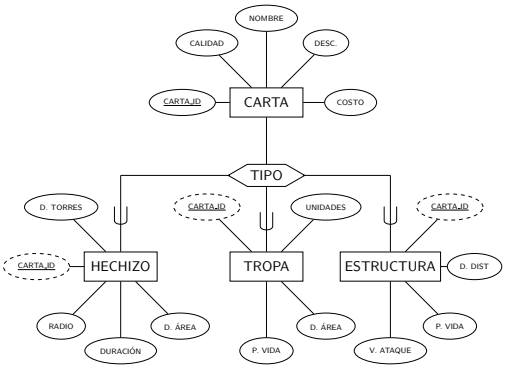
Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

Hechizo(#C, D.Torres, Radio, Duración, D. Área)
FK: #C REFERENCES Carta

Tropa(#C, Unidades, P. Vida, D. Área)
FK: #C REFERENCES Carta

Estructura(#C, D. Dist, P. Vida, V. Ataque)
FK: #C REFERENCES Carta

Diseños para la especialización (partición)



Hechizo(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D.Torres, Radio, Duración, D. Área)

Tropa(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, Unidades, P. Vida, D. Área)

Estructura(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D. Dist, P. Vida, V. Ataque)

Diseños para la especialización (partición)

Carta(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo)

Hechizo(#C, D.Torres, Radio, Duración, D. Área)
FK: #C REFERENCES Carta

Tropa(#C, Unidades, P. Vida, D. Área)
FK: #C REFERENCES Carta

Estructura(#C, D. Dist, P. Vida, V. Ataque)
FK: #C REFERENCES Carta

- Siempre es eficiente espacialmente (Nunca produce el estado NULL de un atributo)
- Para obtener todos los datos de una entidad a profundidad h en la jerarquía se deben realizar h joins.

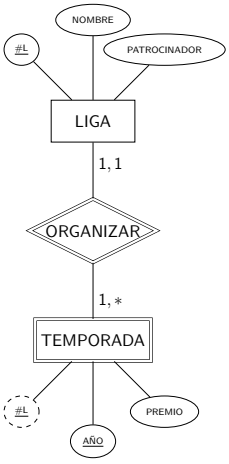
Hechizo(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D.Torres, Radio, Duración, D. Área)

Tropa(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, Unidades, P. Vida, D. Área)

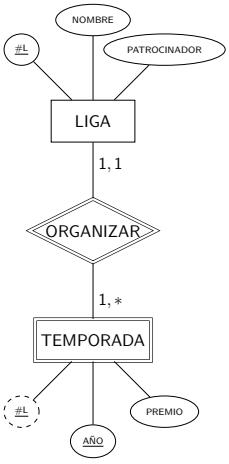
Estructura(#C, Nombre, Calidad, Desc., Costo, D. Dist, P. Vida, V. Ataque)

- Siempre es eficiente espacialmente (Nunca produce el estado NULL de un atributo)
- Para obtener la generalización se debe calcular la unión de los conjuntos especializados.

Diseño para las entidades débiles



Diseño para las entidades débiles



Liga(#L, Nombre, Patrocinador)

Temporada(#L, Año, Premio)

FK: #L REFERENCES Liga

El diseño lógico no es subjetivo

Lenguajes de consulta

Lenguajes de consulta

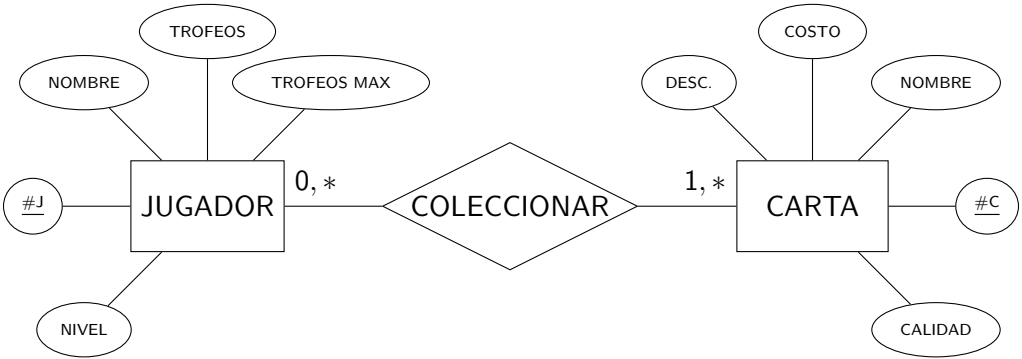
Definición

Son aquellos lenguajes utilizados para definir solicitudes de recuperación sobre los datos almacenados en una base de datos

Consulta

Una solicitud de recuperación, es decir, una expresión relacional o una declaración que solicita la evaluación de tal expresión

Caso de estudio



Álgebra relacional

Consultas

Álgebra relacional

Consultas

1. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

Álgebra relacional

Consultas

1. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$r := \pi_{\#\text{J, Nombre}}(\text{Jugador}\,\sigma\,(\text{Nivel} \geq 10))$$

Álgebra relacional

Consultas

1. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$r := \pi_{\#\text{J, Nombre}}(\text{Jugador}\,\sigma\,(\text{Nivel} \geq 10))$$

2. Obtener el nombre de todas las cartas cuya calidad sea épica.

Álgebra relacional

Consultas

1. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$r := \pi_{\#\text{J, Nombre}}(\text{Jugador}\,\sigma\,(\text{Nivel} \geq 10))$$

2. Obtener el nombre de todas las cartas cuya calidad sea épica.

$$r := \pi_{\#\text{C, Nombre}}(\text{Carta}\,\sigma\,(\text{Calidad} = \text{"Épica"}))$$

Consultas

3. Obtener el nombre de todos los jugadores que tienen la carta con identificador 2.

$$r_1 = \pi_{\#\text{J},\text{Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

$$r_2 = \pi_{\#\text{J},\text{Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿Cuál es mejor?

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J},\text{Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. Jugador $\bowtie$ Coleccionar
2. (Jugador $\bowtie$ Coleccionar) σ $(\#\text{C} = 2)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar} \quad O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}|)$
2. $(\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar} \quad O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}|)$
2. $(\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar} \quad O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}|)$
2. $(\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)) \quad O(|\text{Jugador}|)$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar} \quad O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}|)$
2. $(\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)) \quad O(|\text{Jugador}|)$

$$O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}| + |\text{Coleccionar}| + |\text{Jugador}|)$$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar} \quad O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}|)$
2. $(\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}((\text{Jugador} \bowtie \text{Coleccionar})\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)) \quad O(|\text{Jugador}|)$

$$O(|\text{Jugador}| \times |\text{Coleccionar}| + |\text{Coleccionar}| + |\text{Jugador}|)$$
$$= O(|\text{Jugador}|^2 \times |\text{Carta}| + |\text{Coleccionar}| + |\text{Jugador}|)$$
$$\text{dado que } |\text{Coleccionar}| = O(|\text{Jugador}| \times |\text{Carta}|)$$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)$
2. $\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
2. $\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2) \quad O(|\text{Coleccionar}|)$
2. $\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)) \quad O(|\text{Jugador}|^2)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)$ $\quad O(|\text{Coleccionar}|)$
2. $\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$ $\quad O(|\text{Jugador}|^2)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$ $\quad O(|\text{Jugador}|)$

El problema del álgebra relacional

$$\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$$

¿En qué orden se ejecutan las operaciones?

1. $\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)$ $\quad O(|\text{Coleccionar}|)$
2. $\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2))$ $\quad O(|\text{Jugador}|^2)$
3. $\pi_{\#\text{J,Nombre}}(\text{Jugador} \bowtie (\text{Coleccionar}\, \sigma\, (\#\text{C} = 2)))$ $\quad O(|\text{Jugador}|)$

$$O(|\text{Jugador}|^2 + |\text{Coleccionar}| + |\text{Jugador}|)$$

El caracter imperativo del álgebra relacional

No permite que el usuario se abstraiga de la optimización

Lenguajes de consulta declarativo

Cálculo relacional

- Cálculo relacional de tuplas
- Cálculo relacional de dominios

Cálculo relacional de tuplas

Definición

Una consulta en el cálculo relacional de tuplas se expresa de la forma:

$$\{t \mid P(t)\}$$

donde:

- t es una variable que representa una tupla
- P es una fórmula bien formada compuesta de átomos

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{t \mid t \in \text{Jugador} \wedge t[\text{Nivel}] \geq 10\}$$

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{t \mid t \in \text{Jugador} \wedge t[\text{Nivel}] \geq 10\}$$

2. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{t \mid t \in \text{Jugador} \wedge t[\text{Nivel}] \geq 10\}$$

2. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{t \mid \exists j \in \text{Jugador}(t[\#\text{J}] = j[\#\text{J}] \wedge t[\text{Nombre}] = j[\text{Nombre}] \wedge j[\text{Nivel}] \geq 10)\}$$

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

3. Obtener el nombre de todos los jugadores que tienen la carta con identificador 2.

Cálculo relacional de tuplas

Consultas

3. Obtener el nombre de todos los jugadores que tienen la carta con identificador 2.

$$\{t | \exists j \in \text{Jugador}(t[\#\text{J}] = j[\#\text{J}] \wedge t[\text{Nombre}] = j[\text{Nombre}] \wedge \exists c \in \text{Coleccionar}(j[\#\text{J}] = c[\#\text{J}] \wedge c[\#\text{C}] = 2))\}$$

Cálculo relacional de dominios

Definición

Una consulta en el cálculo relacional de dominios se expresa de la forma

$$\{< x_1, x_2, ..., x_n \mid P(x_1, x_2, ..., x_n)\}$$

donde:

- $x_1, x_2, ..., x_n$ son variables de dominio
- P es una fórmula bien formada compuesta de átomos

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador.

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador.

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{< a, b, c, d, e > \mid < a, b, c, d, e > \in \text{Jugador} \wedge c \geq 10\}$$

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador.

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{< a, b, c, d, e > \mid < a, b, c, d, e > \in \text{Jugador} \wedge c \geq 10\}$$

2. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador.

1. Obtener todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{< a, b, c, d, e > \mid < a, b, c, d, e > \in \text{Jugador} \wedge c \geq 10\}$$

2. Obtener el nombre de todos los jugadores cuyo nivel es al menos 10.

$$\{< a, b > \mid \exists c, d, e(< a, b, c, d, e > \in \text{Jugador} \wedge c \geq 10)\}$$

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador. Sea la variable f correspondiente a #C en la relación Coleccionar.

1. Obtener el nombre de todos los jugadores que tienen la carta con identificador 2.

Cálculo relacional de dominios

Consultas

Sean las variables a, b, c, d, e correspondientes a #J, Nombre, Nivel, Trofeos, TrofeosMax en la relación Jugador. Sea la variable f correspondiente a #C en la relación Coleccionar.

1. Obtener el nombre de todos los jugadores que tienen la carta con identificador 2.

$$\{< a, b > \mid \exists c, d, e(< a, b, c, d, e > \in \text{Jugador} \wedge \exists f(< a, f > \in \textit{Coleccionar} \wedge f = 2))\}$$

Equivalencia entre lenguajes

El teorema de Codd

- Para toda expresión E del álgebra relacional existe una consulta Q del cálculo relacional tal que $E \equiv Q$
- Para toda consulta Q del cálculo relacional existe una expresión algebraica E tal que $Q \equiv E$

El cálculo relacional es un lenguaje relacional completo

Equivalencia entre lenguajes

El teorema de Codd

- Para toda expresión E del álgebra relacional existe una consulta Q del cálculo relacional tal que $E \equiv Q$
- Para toda consulta Q del cálculo relacional existe una expresión algebraica E tal que $Q \equiv E$

El cálculo relacional es un lenguaje relacional completo

Optimización de consultas

Transformar una consulta Q del cálculo relacional en una expresión E del álgebra relacional.

Turing completo vs Relacional completo

Turing completo vs Relacional completo

- Mayor expresividad
- No puede ser optimizado para el caso general de forma automática.

- Menor expresividad
- Puede ser optimizado para el caso general de forma automática.

Entonces...

... alguna duda?