



Normalizzazione di schemi relazionali: esercizi

Corso di BASI DI DATI

Dario Maio

Università di Bologna

DISI (Dipartimento di Informatica — Scienza e Ingegneria)

Esercizio n°1

- Si consideri lo schema di relazione **FILM_STREAMING** per il quale in figura è riportato un possibile stato legale; si determini in quale forma normale è lo schema. Se non è in **3NF** si proponga una decomposizione dello schema in **3NF**.

FILM_STREAMING

Chiave: {CodFilm,Sito}

<u>CodFilm</u>	Titolo	Genere	LinguaOriginale	<u>Sito</u>
F007	Sotto una buona stella	COMMEDIA	ITALIANO	https://www.s1.com
F013	A casa tutti bene	COMMEDIA	ITALIANO	https://www.s1.com
F007	Sotto una buona stella	COMMEDIA	ITALIANO	https://www.s2.com
F111	Il volo della fenice	AVVENTURA	INGLESE	https://www.s2.com
F123	Jurassic world	FANTASCIENZA	INGLESE	https://www.s2.com
F123	Jurassic world	FANTASCIENZA	INGLESE	https://www.s3.com

Dipendenze funzionali: CodFilm → Titolo, Genere, LinguaOriginale **parziale**

La relazione è in **1NF** ma non in **2NF**

Esercizio n°1 - soluzione

- Si estrae la dipendenza parziale CodFilm → Titolo, Genere, LinguaOriginale

FILM

<u>CodFilm</u>	Titolo	Genere	LinguaOriginale
F007	Sotto una buona stella	COMMEDIA	ITALIANO
F013	A casa tutti bene	COMMEDIA	ITALIANO
F111	Il volo della fenice	AVVENTURA	INGLESE
F123	Jurassic world	FANTASCIENZA	INGLESE

FILM_SITI

<u>CodFilm</u>	<u>Sito</u>
F007	https://www.s1.com
F013	https://www.s1.com
F007	https://www.s2.com
F111	https://www.s2.com
F123	https://www.s2.com
F123	https://www.s3.com

La decomposizione è senza perdita d'informazione perché per ricostruire la relazione originaria il join naturale

$\text{FILM_STREAMING} = \text{FILM} \bowtie \text{FILM_SITI}$

è eseguito su **CodFilm** che è superchiave (chiave in questo caso) dello schema **FILM**.

- Tutte le dipendenze funzionali sono preservate.

N.B Gli schemi sono in **3NF** e anche in **BCNF**

Esercizio n°2

- Si consideri lo schema di relazione **CORSI_ATENEO** valido solo per un A.A. In figura è riportato un possibile stato legale; si determini qual è la forma normale rispettata dallo schema. Se non è in **3NF** si proponga una decomposizione dello schema in **3NF**.

CORSI_ATENEO

Chiave: Corso

Docente	Dipartimento	Scuola	Presidente	<u>Corso</u>
D001	DIP01	S01	D009	C007
D007	DIP01	S02	D004	C008
D001	DIP01	S01	D009	C001
D003	DIP05	S01	D009	C002
D008	DIP06	S03	D001	C005

N.B.

Un dipartimento può afferire a più scuole.

Un docente afferisce a uno e un solo dipartimento.

Il codice di un corso è univoco all'interno dell'ateneo.

Dipendenze funzionali: Scuola → Presidente
Presidente → Scuola
Docente → Dipartimento

transitiva
transitiva
transitiva

La relazione è in **2NF** ma non in **3NF**.

Esercizio n°2- trasformazione in 3NF (a)

- Si estraggono prima le dipendenze transitive Scuola → Presidente, Presidente → Scuola

CORSI

Docente	Dipartimento	Scuola	<u>Corso</u>
D001	DIP01	S01	C007
D007	DIP01	S02	C008
D001	DIP01	S01	C001
D003	DIP05	S01	C002
D008	DIP06	S03	C005

La decomposizione è corretta perché per ricostruire la relazione originaria il join naturale

$CORSI_ATENEO = CORSI \bowtie SCUOLE$
è eseguito su **Scuola** che è superchiave (chiave in questo caso) dello schema **SCUOLE**.

SCUOLE

<u>Scuola</u>	Presidente
S01	D009
S02	D004
S03	D001

CORSI(Docente, Dipartimento, Scuola: **SCUOLE**, Corso)

SCUOLE(Scuola, Presidente)

Chiave alternativa: Presidente

Permane la dipendenza funzionale **transitiva** Docente → Dipartimento

Esercizio n°2- trasformazione in 3NF (b)

- Si estrae la dipendenza transitiva Docente \rightarrow Dipartimento

DOCENTI

<u>Docente</u>	Dipartimento
D001	DIP01
D007	DIP01
D003	DIP05
D008	DIP06

CORSI_DS

Docente	Scuola	<u>Corso</u>
D001	S01	C007
D007	S02	C008
D001	S01	C001
D003	S01	C002
D008	S03	C005

SCUOLE

<u>Scuola</u>	Presidente
S01	D009
S02	D004
S03	D001

DOCENTI(Docente, Dipartimento)

SCUOLE(Scuola, Presidente)
Chiave alternativa: Presidente

CORSI_DS(Docente:DOCENTI, Scuola: SCUOLE, Corso)

Tutte le dipendenze funzionali sono preservate.

La decomposizione è corretta perché per ricostruire la relazione originaria col join naturale

$CORSI_ATENE0 = (DOCENTI \bowtie CORSI_DS) \bowtie SCUOLE$

$J1 = (DOCENTI \bowtie CORSI_DS)$ si esegue su **Docente** che è chiave di DOCENTI e $J1 \bowtie SCUOLE$

su **Scuola** che è chiave di SCUOLE.

N.B Gli schemi sono in 3NF e anche in BCNF

Esercizio n°2- note

- Il testo dell'esercizio assumeva legale l'estensione della relazione riportata come esempio, nella quale il **Presidente** con codice **D009** non era presente in qualità di docente di un corso.
- Ciò ci ha fatto propendere per definire lo schema di **SCUOLE** senza una foreign key dalla relazione **DOCENTI**, invece che:
SCUOLE(Scuola, Presidente:**DOCENTI**)
- Si esaminino le conseguenze derivanti dall'aggiunta nella relazione **DOCENTI** dei codici relativi a tutti i **Presidenti** che non sono docenti di un corso. Resta ancora preservata la relazione originaria?

Esercizio n°3

- Si consideri lo schema di relazione **CLIENTI_PRODUTTORI_BIRRE**; in figura è riportato un possibile stato legale. Si determini in quale forma normale è lo schema. Se non è in **BCNF** si proponga una decomposizione dello schema in **BCNF**.

Chiave: {CodCliente, NomeBirra}

CLIENTI_PRODUTTORI_BIRRE

<u>CodCliente</u>	Cognome	Nome	ProduttoreBirra	<u>NomeBirra</u>
F001	ROSSI	CARLO	BELLABIRRA	Pugliese
F001	ROSSI	CARLO	BIRRAGUSTO	Biondina
F002	VERDI	MARIO	BIRRAGUSTO	Biondina
F002	VERDI	MARIO	BIRRAGUSTO	Brunetta
F002	VERDI	MARIO	BIRRABIRRA	Rossina
F003	GRIGI	MARCO	BIRRASEMPRE	Tirolese

N.B.

Il nome di una birra è protetto da marchio e pertanto può essere usato solo dal suo produttore.

Dipendenze funzionali: CodCliente → Cognome, Nome
NomeBirra → ProduttoreBirra

CodCliente non è superchiave
NomeBirra non è superchiave

La relazione è in **1NF** ma non in **2NF** infatti le due dipendenze sono **parziali**

Esercizio n°3 - soluzione

CLIENTI

<u>CodCliente</u>	Cognome	Nome
F001	ROSSI	CARLO
F002	VERDI	MARIO
F003	GRIGI	MARCO

BIRRE

<u>ProduttoreBirra</u>	<u>NomeBirra</u>
BELLABIRRA	Pugliese
BIRRAGUSTO	Biondina
BIRRAGUSTO	Brunetta
BIRRABIRRA	Rossina
BIRRASEMPRE	Tirolese

CLIENTI_BIRRE

<u>CodCliente</u>	<u>NomeBirra</u>
F001	Pugliese
F001	Biondina
F002	Biondina
F002	Brunetta
F002	Rossina
F003	Tirolese

È semplice verificare che la decomposizione è senza perdita d'informazione e preserva le dipendenze funzionali; ora gli schemi prodotti sono in **3NF** e anche in **BCNF**.

CLIENTI(CodCliente, Cognome, Nome)

BIRRE(ProduttoreBirra, NomeBirra)

CLIENTI_BIRRE(CodCliente:**CLIENTI**, NomeBirra: **BIRRE**)

N.B. Sarebbe opportuno codificare anche i produttori di birra.

Esercizio n°4

- Si consideri lo schema di relazione **LEZIONI_GUIDA** per il quale in figura è riportato un possibile stato legale, supponendo vera la dipendenza funzionale: $\{\text{IdIstruttore}, \text{Data}\} \rightarrow \text{Aereo}$.
- Si determini in quale forma normale è lo schema. Se non è in **BCNF** si proponga una decomposizione dello schema in **BCNF**.

Chiave: {IdPilota, Data}

Chiave alternativa: {IdIstruttore, Data, OraMin}

Chiave alternativa: {Aereo, Data, OraMin}

LEZIONI_GUIDA

<u>IdPilota</u>	CogPilota	<u>Data</u>	OraMin	IdIstruttore	CoglIstruttore	Aereo
P001	ROSSI	22/03/2018	9:00	I001	BIANCHI	A01
P002	VERDI	22/03/2018	11:00	I001	BIANCHI	A01
P003	VIOLA	22/03/2018	12:00	I002	MORI	A02
P001	ROSSI	25/03/2018	9:00	I002	MORI	A02
P004	NERI	25/03/2018	16:00	I003	BIONDI	A01

Osserviamo subito che la relazione non è in **2NF** a causa delle dipendenze **parziali**:

$\text{IdPilota} \rightarrow \text{CogPilota}$ $\text{IdIstruttore} \rightarrow \text{CogIstruttore}$

Esercizio n°4 – soluzione (a)

- Estrazione delle dipendenze $\text{IdPilota} \rightarrow \text{CogPilota}$ e $\text{IdIstruttore} \rightarrow \text{CogIstruttore}$.

PILOTI(IdPilota, CogPilota)

<u>IdPilota</u>	CogPilota
P001	ROSSI
P002	VERDI
P003	VIOLA
P004	NERI

ISTRUTTORI(IdIstruttore, CogIstruttore)

<u>IdIstruttore</u>	CogIstruttore
I001	BIANCHI
I002	MORI
I003	BIONDI

LEZIONI_PIA(IdPilota:**PILOTI**, Data, OraMin, IdIstruttore:**ISTRUTTORI**, Aereo)

<u>IdPilota</u>	<u>Data</u>	OraMin	IdIstruttore	Aereo
P001	22/03/2018	9:00	I001	A01
P002	22/03/2018	11:00	I001	A01
P003	22/03/2018	12:00	I002	A02
P001	25/03/2018	9:00	I002	A02
P004	25/03/2018	16:00	I003	A01

Chiave: {IdPilota, Data}

Chiavi alternative:

{IdIstruttore, Data, OraMin}

{Aereo, Data, OraMin}

Lo schema **LEZIONI_PIA** è in **3NF** perché non vi sono né dipendenze parziali né transitive, ma non è in **BCNF**.



Esercizio n°4 – soluzione (b)

- La dipendenza funzionale $\{IdIstruttore, Data\} \rightarrow \text{Aereo}$ non è considerata dalla 3NF, infatti **Aereo** è un attributo primo facendo parte della chiave alternativa $\{Aereo, Data, OraMin\}$.
- Per trasformare lo schema LEZIONI_PIA in BCNF si deve dunque estrarre la suddetta dipendenza funzionale, ottenendo gli schemi di figura.

LEZIONI

<u>IdPilota</u>	<u>Data</u>	OraMin	IdIstruttore
P001	22/03/2018	9:00	I001
P002	22/03/2018	11:00	I001
P003	22/03/2018	12:00	I002
P001	25/03/2018	9:00	I002
P004	25/03/2018	16:00	I003

IMPEGNI_AEREI

<u>Data</u>	<u>IdIstruttore</u>	Aereo
22/03/2018	I001	A01
22/03/2018	I002	A02
25/03/2018	I002	A02
25/03/2018	I003	A01

LEZIONI (IdPilota:PILOTI, (Data, IdIstruttore):IMPEGNI_AEREI, OraMin) Chiave alternativa: $\{IdIstruttore, Data, OraMin\}$

IMPEGNI_AEREI (Data, IdIstruttore:ISTRUTTORI, Aereo)

Esercizio n°4 – soluzione finale

- La decomposizione dello schema in **BCNF** è dunque:

PILOTI

<u>IdPilota</u>	CogPilota
P001	ROSSI
P002	VERDI
P003	VIOLA
P004	NERI

ISTRUTTORI

<u>IdIstruttore</u>	CogIstruttore
I001	BIANCHI
I002	MORI
I003	BIONDI

Si verifichi che la decomposizione sia senza perdita d'informazione e preservi le dipendenze funzionali.

LEZIONI

<u>IdPilota</u>	<u>Data</u>	OraMin	<u>IdIstruttore</u>
P001	22/03/2018	9:00	I001
P002	22/03/2018	11:00	I001
P003	22/03/2018	12:00	I002
P001	25/03/2018	9:00	I002
P004	25/03/2018	16:00	I003

IMPEGNI_AEREI

<u>Data</u>	<u>IdIstruttore</u>	Aereo
22/03/2018	I001	A01
22/03/2018	I002	A02
25/03/2018	I002	A02
25/03/2018	I003	A01

Esercizio n°5

- Si consideri lo schema di relazione **LINGUE_NAZIONI** per il quale in figura è riportato un possibile stato legale. Si determini in quale forma normale è lo schema. Se non è in **BCNF** si proponga una decomposizione dello schema in **BCNF**.

LINGUE_NAZIONI

<u>CodiceNazione</u>	NomeNazione	<u>Lingua</u>	PercUso
AU	Australia	Inglese	100
CA	Canada	Inglese	90
CA	Canada	Francese	80

chiave primaria: {CodiceNazione, Lingua} chiave alternativa: {NomeNazione, Lingua}

- La relazione è in **3NF**: infatti le due chiavi determinano funzionalmente PercUso e le due dipendenze funzionali

CodiceNazione → **NomeNazione** e **NomeNazione** → **CodiceNazione**

presentano entrambe sul lato destro un attributo primo.

- La relazione non è in **BCNF** perché le dipendenze **CodiceNazione** → **NomeNazione** e **NomeNazione** → **CodiceNazione** non presentano entrambe sul lato sinistro una superchiave. Lo schema presenta ovvi problemi di ridondanza per le nazioni che hanno più di una lingua ufficiale.

Esercizio n°5 – soluzione

□ Per normalizzare in **BCNF** è sufficiente costruire gli schemi:

- ▣ **NAZIONI**(CodiceNazione, NomeNazione) **chiave alternativa**: NomeNazione
- ▣ **LINGUE_IN_USO**(CodiceNazione, Lingua, PercUso)

NAZIONI

<u>CodiceNazione</u>	NomeNazione
AU	Australia
CA	Canada

LINGUE_IN_USO

<u>CodiceNazione</u>	<u>Lingua</u>	PercUso
AU	Inglese	100
CA	Inglese	90
CA	Francese	80

- La decomposizione è in **BCNF** perché le dipendenze funzionali
CodiceNazione → **NomeNazione** e **NomeNazione** → **CodiceNazione**
hanno entrambe sul lato sinistro una superchiave.
- La decomposizione è lossless e preserva tutte le dipendenze.

Esercizio n°6

- Con riferimento a un ambulatorio veterinario, si consideri la tipica fattura riportata in figura.

Dott. Franco Rossi

P. IVA 01895960134



5 marzo 2019

FATTURA n° 231

Sig. Giorgio Bianchi
Via Plebiscito, 23
95121 Catania

CF BNCGRG84H21A944K

ANIMALE

PRESTAZIONE

IMPORTO

Fido

Vaccinazione antirabbica

30,00 €

Fuffi

Esame sierologico FIV-Felv

44,00 €

Enpav (2%)

1,48 €

IMPONIBILE

75,48 €

IVA (22%)

16,61 €

TOTALE FATTURA

92,09 €

Esercizio n°6 – soluzione UNF

- Si esamini la soluzione **UNF** riportata in figura e si derivi una soluzione in **3NF**.
- Ipotesi semplificativa: perc. IVA e perc. Enpav fisse; l'importo totale fattura si può derivare noti gli importi delle singole prestazioni erogate.

FATTURE

<u>NumFattura</u>	Data	CFCliente	Nominativo Cliente	Indirizzo Cliente	<u>NomeAnimale</u>	<u>Prestazione</u>	Importo
-------------------	------	-----------	-----------------------	----------------------	--------------------	--------------------	---------

- Una tupla rappresenta una fattura e, al proprio interno, contiene una relazione che riepiloga le prestazioni inserite in fattura per uno o più animali. Sono ammesse anche più prestazioni per un singolo animale, purché diverse. Per ipotesi la stessa prestazione può avere importi diversi in fatture diverse.
- {NomeAnimale, Prestazione} è la chiave primaria parziale della relazione nidificata, ovvero {NomeAnimale, Prestazione} deve esibire valori unici all'interno di ogni tupla della relazione nidificata.
- Laddove necessario s'introducano opportuni codici al fine di evitare ridondanze e inserimenti di dati non corretti.

Esercizio n°6 – soluzione 1NF

FATTURE

<u>NumFattura</u>	Data	CFCliente	Nominativo Cliente	Indirizzo Cliente	<u>NomeAnimale</u>	<u>Prestazione</u>	Importo
-------------------	------	-----------	-----------------------	----------------------	--------------------	--------------------	---------

- Una soluzione 1NF si può ottenere con i seguenti schemi:

FATTURE (NumFattura, Data, CFCliente, NominativoCliente, IndirizzoCliente)

DETTAGLI_FATTURE (NumFattura: **FATTURE**, IdAnimale, NomeAnimale, Prestazione, Importo)

- Si noti che è stato introdotto un attributo IdAnimale per identificare univocamente un animale; infatti per svolgere questo ruolo l'attributo NomeAnimale non rappresenta una scelta corretta.
- Permangono alcune problematiche dovute alle dipendenze funzionali parziali e transitive insite nello schema.

Esercizio n°6 – soluzione 2NF

FATTURE (NumFattura, Data, CFCliente, NominativoCliente, IndirizzoCliente)

DETTAGLI_FATTURE (NumFattura: **FATTURE**, IdAnimale, NomeAnimale, Prestazione, Importo)

- A partire dagli schemi in **1NF** sopra riportati, eliminando la dipendenza parziale $\text{IdAnimale} \rightarrow \text{NomeAnimale}$, si perviene a una soluzione **2NF** con schemi:

FATTURE (NumFattura, Data, CFCliente, NominativoCliente, IndirizzoCliente)

DETTAGLI_FATTURE (NumFattura: **FATTURE**, IdAnimale: **ANIMALI**, Prestazione, Importo)

ANIMALI (IdAnimale, NomeAnimale)

- Lo schema non è in **3NF** a causa della dipendenza transitiva:

$\text{CFCliente} \rightarrow \text{NominativoCliente}, \text{IndirizzoCliente}$

Come si dovrebbe modificare la soluzione se fosse vera la dipendenza $\text{Prestazione} \rightarrow \text{Importo}$?

Esercizio n°6 – soluzione 3NF

FATTURE (NumFattura, Data, CFCliente, NominativoCliente, IndirizzoCliente)

DETTAGLI_FATTURE (NumFattura: FATTURE, IdAnimale: ANIMALI, Prestazione, Importo)

ANIMALI (IdAnimale, NomeAnimale)

- A partire dagli schemi in 2NF sopra riportati, per ottenere schemi in 3NF si deve eliminare la dipendenza transitiva:

CFCliente → NominativoCliente, IndirizzoCliente

FATTURE (NumFattura, Data, CFCliente: CLIENTI)

DETTAGLI_FATTURE (NumFattura: FATTURE, IdAnimale: ANIMALI, Prestazione, Importo)

ANIMALI (IdAnimale, NomeAnimale)

N.B. La soluzione è anche in BCNF, è senza perdita e preserva tutte le dipendenze.

CLIENTI (CFCliente, NominativoCliente, IndirizzoCliente)

N.B. È preferibile adottare per CLIENTI uno schema che distingua esplicitamente il nome e il cognome di ogni cliente nonché le diverse componenti dell'indirizzo, eventualmente avvalendosi anche di relazioni d'appoggio (ad esempio per le località).