ICT INFORMATION AND COMMUNICATIONS TECHNOLOGY ACADEMY

MODULO: BD

UNITÀ: BD.1

Prof. Toni Mancini

Dipartimento di Informatica

Sapienza Università di Roma

Slides BD.1.3 (S.BD.1.3)

Progettazione di basi di dati relazionali

Progettazione delle Funzionalità

Versione 2024-08-31

Progettazione delle Funzionalità

Lo schema concettuale contiene una specifica per operazione di classe o di use-case in termini di:

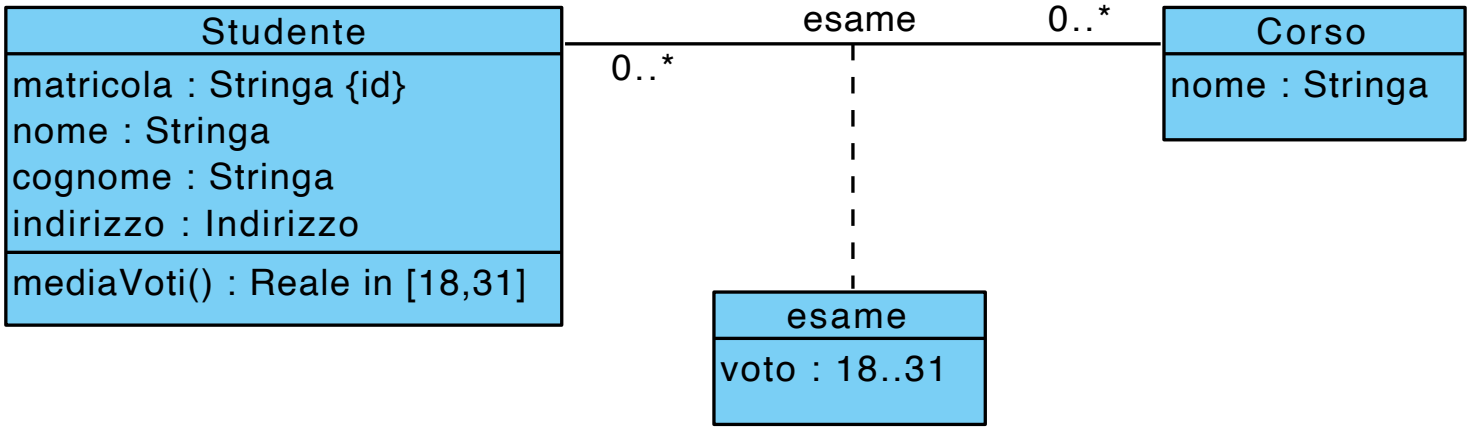
- segnatura: nome dell'operazione, nome e tipo degli argomenti, tipo dell'eventuale valore di ritorno
- precondizioni
- postcondizioni.

Durante la fase di progettazione, per ogni operazione, va definita una specifica realizzativa in termini di:

- segnatura: nome dell'operazione, nome e dominio degli argomenti, dominio dell'eventuale valore di ritorno (i domini sono i domini supportati dal DBMS fatti corrispondere in fase di progettazione ai tipi concettuali)
- algoritmo in pseudo-codice contenente eventuali comandi SQL per l'interazione con la base dati.

Progettazione delle operazioni di classe

Esempio: schema concettuale



Progettazione delle operazioni di classe (2)

Esempio: schema concettuale (continua)

Specifica use-case Studente

mediaVoti() : Reale in [18,31]
precondizioni: L'istanza this è coinvolta in almeno una istanza dell'associazione esame:

$$\exists c \ \text{esame}(\text{this}, c).$$

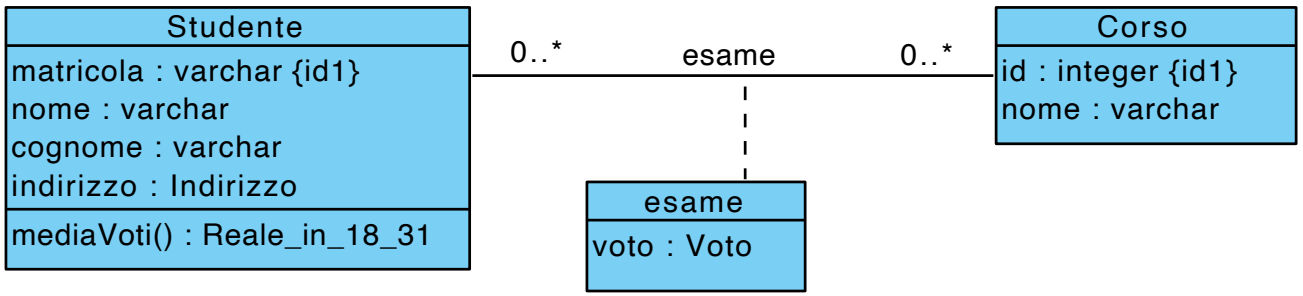
postcondizioni:
Modifica del Livello Estensionale dei Dati: Nessuna
Valore di Ritorno: Detto $V = \{c, v \mid \text{esame}(\text{this}, c) \wedge \text{voto}(\text{this}, c, v)\}$,

$$\text{result} = \frac{\sum_{(c,v)\in V} v}{|V|}$$

End

Progettazione delle operazioni di classe (3)

Diagramma delle classi ristrutturato



Progettazione delle operazioni di classe (4)

Progettazione della base dati

Dominio Voto: si decide di definire un dominio utente Voto. Il dominio è basato sul dominio integer; i valori ammessi sono gli interi tra 18 e 31.

Studente (matricola:varchar)

Corso (codice:integer)

esame (studente:varchar, corso:integer, voto:Voto)

VincoloDB foreign key: studente references Studente(matricola)
VincoloDB foreign key: corso references Corso(codice)

Progettazione delle operazioni di classe (5)

Specifica realizzativa classe Studente

mediaVoti() : Reale_in_18_31
algoritmo:

1. Memorizza in Q il risultato della seguente query SQL:

```
select s.matricola, avg(e.voto) as media
from Studente s LEFT OUTER JOIN esame e
on s.matricola = e.studente
where s.matricola = PAR_1
group by s.matricola
```

   dopo aver rimpiazzato 'PAR_1', con il valore dell'attributo matricola di this.
2. Se Q è vuoto, genera l'errore 'Lo studente non esiste'
3. Altrimenti, se Q è (..., NULL), genera l'errore 'Lo studente non ha superato alcun esame'
4. Altrimenti restituisci il valore dell'attributo media dell'unica ennupla di Q.

End

Dove implementare le operazioni di classe? (Cenni)

Operazioni di classe:

- Dipende dalla tecnologia per il back-end scelta in fase di progettazione
- Ad esempio, in caso di back-end implementati con approccio object-oriented, è possibile creare class associate alle classi UML del diagramma ristrutturato (tutte o solo alcune) e imlementare le operazioni di classe come metodi di queste class
- È anche possibile implementare le operazioni di classe nel DBMS utlizzando il costrutto **CREATE** FUNCTION, al fine di renderle disponibili a tutti i back-end che accedono alla base dati.
  Tali FUNCTION possono essere invocate con:

```
SELECT myFunction(argomenti);
```

  o utilizzate in query più complesse.

Dove implementare le operazioni di classe? (Cenni) (2)

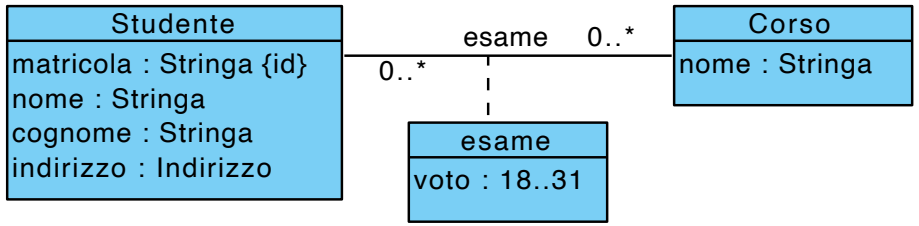
Esempio:

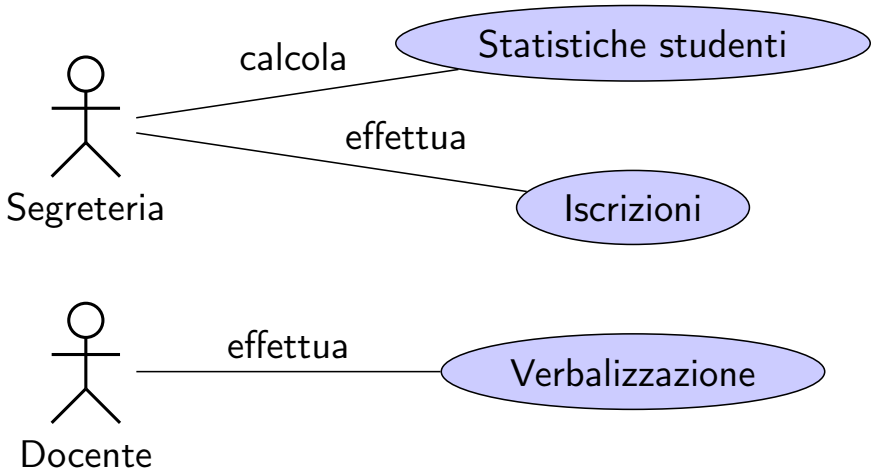
```
CREATE OR REPLACE FUNCTION Studente_mediaVoti(_matr varchar)
    returns Reale_in_18_31 AS $BODY$
DECLARE
  matr varchar := NULL;
  media numeric := NULL;
BEGIN
  select s.matricola , avg(e.voto) INTO matr, media
  from Studente s LEFT OUTER JOIN esame e
   on s.matricola = e.studente
  where s.matricola = _matr
  group by s.matricola;

  IF (matr IS NULL) THEN
    RAISE EXCEPTION 'Error 001 - Lo studente non esiste';
  ELSE
    IF (media IS NULL) THEN
      RAISE EXCEPTION 'Error 002 - Lo studente non ha esami';
    ELSE
      RETURN media;
    END IF;
  END IF;
END;
$BODY$ LANGUAGE 'plpgsql';
```

Progettazione degli use case

Approccio del tutto analogo, ricordando che, a differenza delle operazioni di classe, le operazioni di use-case non hanno un oggetto di invocazione.

Esempio: Schema concettuale





Progettazione degli use case (2)

Schema concettuale: Specifica concettuale di use-case

Specifica use-case Verbalizzazione

verbalizzaEsame(s : Studente, c : Corso, v : 18..31)
precondizioni: L'istanza s non è coinvolta in alcuna istanza dell'associazione esame con l'istanza c:

$$\neg\exists c \text{ esame}(s, c).$$

postcondizioni:

Modifica del Livello Estensionale dei Dati: Il livello estensionale dei dati al termine dell'esecuzione della funzione differisce da quello di partenza come segue:

Elementi del dominio di interpretazione : invariati
Variazioni nelle ennuple di predicati: esame(s, c), voto(s, c, v).

Valore di Ritorno: nessuno.

End

Progettazione degli use case (3)

Specifica realizzativa di use-case

Specifica realizzativa use-case Verbalizzazione

verbalizzaEsame(s : varchar, c : integer, v : Voto)
algoritmo:

1. Esegui il seguente comando SQL:
   insert into esame(studente, corso, voto) **values** (PAR_1, PAR_2, PAR_3)
   dopo aver rimpiazzato 'PAR_1', 'PAR_2', 'PAR_3' con i valori dei parametri attuali, rispettivamente, *s*, *c*, *v*.
2. Se il comando precedente restituisce un errore di vincolo di chiave violato, allora genera l'errore 'Lo studente di matricola *s* ha già superato l'esame per il corso di codice *c*'.

End

Progettazione degli use case (4)

Schema concettuale: Specifica concettuale di use-case

Specifica use-case StatisticheStudenti

mediaVoti(s : Studente) : reale in [18,31]
precondizioni: L'istanza s è coinvolta in almeno un'istanza dell'associazione esame:
$\exists c$ esame(s, c).

postcondizioni:

Modifica del Livello Estensionale dei Dati: nessuna

Valore di Ritorno: result è tale da soddisfare la formula:

$$\text{mediaVoti}_{\text{Studente}}(\text{s}, \text{result}).$$

End

Progettazione degli use case (5)

Specifica realizzativa di use-case

Specifica realizzativa use-case StatisticheStudenti

mediaVoti(s : varchar) : Reale_18_31
algoritmo:

1. Memorizza in result il risultato di:

   ```
   SELECT Studente_mediaVoti(PAR_1) ;
   ```

   dopo aver rimpiazzato 'PAR_1' con il valore del parametro attuale *s*.
   (La query restituisce un reale o solleva una eccezione.)
2. Se la query ha lanciato una eccezione, rilancia l'errore e termina.
3. Altrimenti, restituisci result.

End

Progettazione degli use case (6)

Schema concettuale: Specifica concettuale di use-case

Specifica use-case StatisticheStudenti (continua)

numMedioEsami() : reale ≥ 0
precondizioni: Il livello estensionale dei dati definisce almeno una istanza di classe Studente: $\exists s$ Studente(s).

postcondizioni:

Modifica del Livello Estensionale dei Dati: nessuna

Valore di Ritorno: result è pari al numero di istanze di associazione esame definite nel livello estensionale diviso per il numero di istanze di entità Studente. Formalmente, siano:

$$E = \{(s, c) \mid \text{esame}(s, c)\} \quad \text{e} \quad S = \{s \mid \text{Studente}(s)\}$$

gli insiemi, rispettivamente, di tutte le coppie (s, c) istanze dell'associazione esame e di tutte le istanze dell'entità Studente. Si ha: result $= \frac{|E|}{|S|}$.

End

Progettazione degli use case (7)

Specifica realizzativa di use-case

Specifica realizzativa use-case StatisticheStudenti (continua)

numMedioEsami() : RealeNonNeg
algoritmo:

1. Esegui la seguente query SQL e memorizzane il risultato nella variabile Q:

```
select e.numEsami/s.numStudenti as numMedioEsami
from (select count(*) as numEsami from esame) e,
     (select count(*) as numStudenti from Studente) s
```

   (La query restituisce un reale o un eccezione di 'divisione per zero'.)
2. Se il risultato della query è un eccezione di 'divisione per zero', generare l'errore 'Non esistono studenti' e termina.
3. Altrimenti, restituisci Q.

End

Nota: Il dominio RealeNonNeg è stato scelto, all'inizio della Fase di Progettazione, come corrispondente del dominio concettuale reale ≥ 0.

Dove implementare le operazioni di use-case? (Cenni)

Operazioni di use-case:

- Dipende dalla tecnologia per il back-end scelta in fase di progettazione
- In generale, nel livello più esterno del back-end, di modo che siano accessibili agli utenti del sistema (attori del diagramma concettuale)
- Esempio: in applicazioni web RESTful, sono procedure accessibili tramite gli endpoint REST
- Autenticazione utenti tramite, ad es., token OAuth2
- L'architettura può essere più complessa e prevedere più livelli (multi-layered applications)

Dove implementare le operazioni di use-case? (Cenni) (2)

Esempio:
(back-end web RESTful in Flask, https://flask.palletsprojects.com)

```
from flask import ...
from flask_restful import Resource ...
import psycopg2 # Driver Python per PostgreSQL
...

class MediaVoti(Resource):
  # Invocato dal front-end mediante chiamata HTTPS di tipo GET, ad es.:
  # GET https://app.site/statistichestudenti/mediavoti/<matricola>
  def get(self, matricola:str) -> "tuple[dict, int]":
    try:
      with get_db() as db:
        with db.cursor() as cur:
          cur.execute(
            "SELECT Studente_mediaVoti(%s) as media", (matricola,)
          ) # puo' sollevare eccezioni
          result = cur.fetchone() # leggi la prima ennupla restituita
          return # crea oggetto JSON da restituire
            {
              "matricola": matricola,
              "media": result["media"]
            }, 200 # HTTP OK
    except psycopg2.DatabaseError as err:
      if (codice associato ad err == 001):
```

Dove implementare le operazioni di use-case? (Cenni) (3)

```
            abort(codice HTTP, description("Lo studente non esiste"))
        elif ...
    except Exception:
        abort(500, description="Internal Server Error")
...
```

Dove implementare le operazioni di use-case? (Cenni) (4)

```
from flask import ...
from flask_restful import Resource ...
import psycopg2 # Driver Python per PostgreSQL
...

class VerbalizzaEsame(Resource):
  # Invocato dal front-end mediante chiamata HTTPS di tipo POST, ad es.:
  # POST https://app.site/verbalizzazione/verbalizzaesame
  # con body JSON { studente:str, corso:int, voto:int }
  def post(self) -> "tuple[dict, int]":
    (studente, corso, voto) = leggi il body della richiesta POST
    try:
      with get_db() as db:
        with db.cursor() as cur:
          cur.execute(
            "INSERT INTO esame(studente, corso, voto) values (%s, %s, %s
                 )", (studente, corso, voto)
          ) # puo' sollevare eccezioni
          ...
          return 201 # HTTP CREATED
    except psycopg2.DatabaseError as err:
      if (codice associato ad err == ...):
        abort(codice HTTP, description("Lo studente non esiste"))
      elif ...
    except Exception:
      abort(500, description="Internal Server Error")
...
```

Dove implementare le operazioni di use-case? (Cenni) (5)