Indice della documentazione

La documentazione di compone dei seguenti paragrafi:

- **Metodologia**: si descrive brevemente l'approccio usato nell'analisi dei requisiti, nella progettazione e nello sviluppo;
- **Ipotesi e assunzioni preliminari**: si dettagliano le implicazioni di alcune assunzioni fatte nello Schema della Simulazione, in particolare in riferimento ai tipi di dati usati e alle relative problematiche di overflow;
- **Diagramma delle classi**: si riporta il diagramma UML della modellazione degli oggetti in gioco nella simulazione;
- **File headers commentati**: si riportano e commentano i file di intestazione (headers C++) delle classi sopra descritte.

Metodologia

Di seguito si descrive la metodologia utilizzata nella realizzazione del software, a partire dai requisiti, passando per la progettazione e concludendo con lo sviluppo.

Analisi dei requisiti

L'analisi dei requisiti e' stata effettuata descrivendo uno schema della simulazione, in cui si modella la simulazione in modo indipendente da quanto indicato sul testo "*Simulazione*", non ritenendo sufficiente quanto li' esposto ai fini della progettazione del software.

Si rimanda pertanto all'allegato "**Schema simulazione**" per la definizione dei requisiti, in termini di come realizzare la simulazione.

Progettazione del software

Il progetto del software e' stato realizzato con un approccio evolutivo/incrementale:

- si e' partiti con la modellazione delle classi rappresentative degli oggetti in gioco nella simulazione, adottando un approccio OOA/OOD (*Object Oriented Analysis and Design*), il cui risultato e' riportato di seguito come **diagramma delle classi**;
- si e' proseguito raffinando tali classi mediante un procedimento iterativo, basato essenzialmente su un approccio TDD (*Test Driven Development*), di cui resta traccia nel codice (una serie di metodi di test, scritti al fine di verificare il funzionamento degli oggetti e delle loro relazioni);
- non e' stata prodotta la documentazione UML "completa" (in particolare non si e' andati oltre il diagramma delle classi), in quanto oltre gli scopi del progetto.

Sviluppo del software

Coerentemente con l'approccio evolutivo/incrementale adottato, lo sviluppo del software e' proceduto come segue:

- in una prima fase sono state definite ed implementate le classi coinvolte nella simulazione, di cui sono stati abbozzati metodi e proprieta';
- successivamente, mediante TDD, il software scritto e' stato validato e quindi corretto ed esteso, raffinando al contempo sia requisiti che progettazione;
- lo sviluppo e' stato quindi completato con l'implementazione completa di tutti le classi (in particolare, l'implementazione dei metodi per la generazione casuale dei tempi di inter-arrivo e di quelli di servizio, coerentemente con le distribuzioni di probabilita' assegnate, e' stata una delle ultime).

Ipotesi e assunzioni preliminari

Sono state fatte le seguenti assunzioni:

- la simulazione puo' essere eseguita, con un livello di precisione accettabile, in riferimento ad un tempo di clock simulato, rappresentabile come tipo di dato ***long***; l'intervallo di valori in uso e' $0..2^{31}-1$;

- la generazione di numeri pseudo-casuali non richiede la realizzazione di apposite funzioni (quali quelle descritte sul testo "*Simulazione*" nel paragrafo "*Metodo della congruenza lineare*"), ma si puo' far uso delle funzioni standard ***rand()***/***srand()***, le cui implementazioni si assumono gia' ottimizzate per quanto riguarda la generazione di sequenze di numeri pseudo-casuali che siano:
  - statisticamente indipendenti;
  - uniformemente distribuiti.

- in merito al **problema dell'overflow per il tipo di dato utilizzato per il clock**, si ha quanto segue:

  - i numeri pseudo-casuali generati da *rand()* sono di tipo *long* e compresi nell'intervallo $0..2^{31}-1$;

  - il passaggio attraverso le funzioni che implementano le distribuzioni di probabilita' caratteristiche dei centri di servizio (esponenziale, k-erlangiana, iperesponenziale) comportano:
    - l'uso di numeri pseudo-casuali di tipo *double*, compresi in 0..1;
    - la produzione di numeri pseudo-casuali di tipo *double*, compresi in 0..INF (estremi inclusi);

  - e' necessario convertire tali numeri prodotti dalle distribuzioni di probabilita' in un intervallo molto minore di $0..2^{31}-1$, al fine di evitare ***overflow***;

  stante quanto sopra, si e' deciso di procedere come segue:

  - utilizzare *rand()* per produrre numeri pseudo-casuali di tipo *long* in $0..2^{31}-1$;

  - convertire tali numeri in *double* e traslarli in 0..1, con una precisione di 8 cifre decimali (vedere funzione "*getRandomUniform*" e relative costanti);

  - utilizzare i risultati di tipo *double* di "*getRandomUniform*" per implementare le funzioni "*getRandomExponential*", "*getRandomKappaErlang*", "*getRandomIperExponential*", che ritornano sempre numeri di tipo *double*, limitando ove possibile l'insorgenza di valori INF;

  - convertire i numeri *double* prodotti dalle funzioni exp,k-erl,ipexp in *long* e scalarli (vedere funzione "*getRandomToClockScaled*" e relative costanti), in modo da ottenere numeri che siano, nella quasi totalita' dei casi, molto piu' piccoli di $2^{31}-1$;

- **monitorare i risultati** per verificare che valori eccessivamente alti di tali numeri pseudo-casuali non comportassero overflow nel clock; la verifica e' immediata sulle stampe di output dei vari run:
  - il problema si verifica nella generazione degli eventi, dove al clock corrente va *sommato* un clock generato randomicamente dal centro di servizio; poiche' un long in overflow diventa negativo, l'evento (o gli eventi) corrispondente comparirebbe all'inizio del calendario degli eventi stampato a fine simulazione;
  - tale problema non si verifica con i calcoli relativi alle misure, trattandosi per queste di differenze tra il clock corrente e clock di altri eventi;

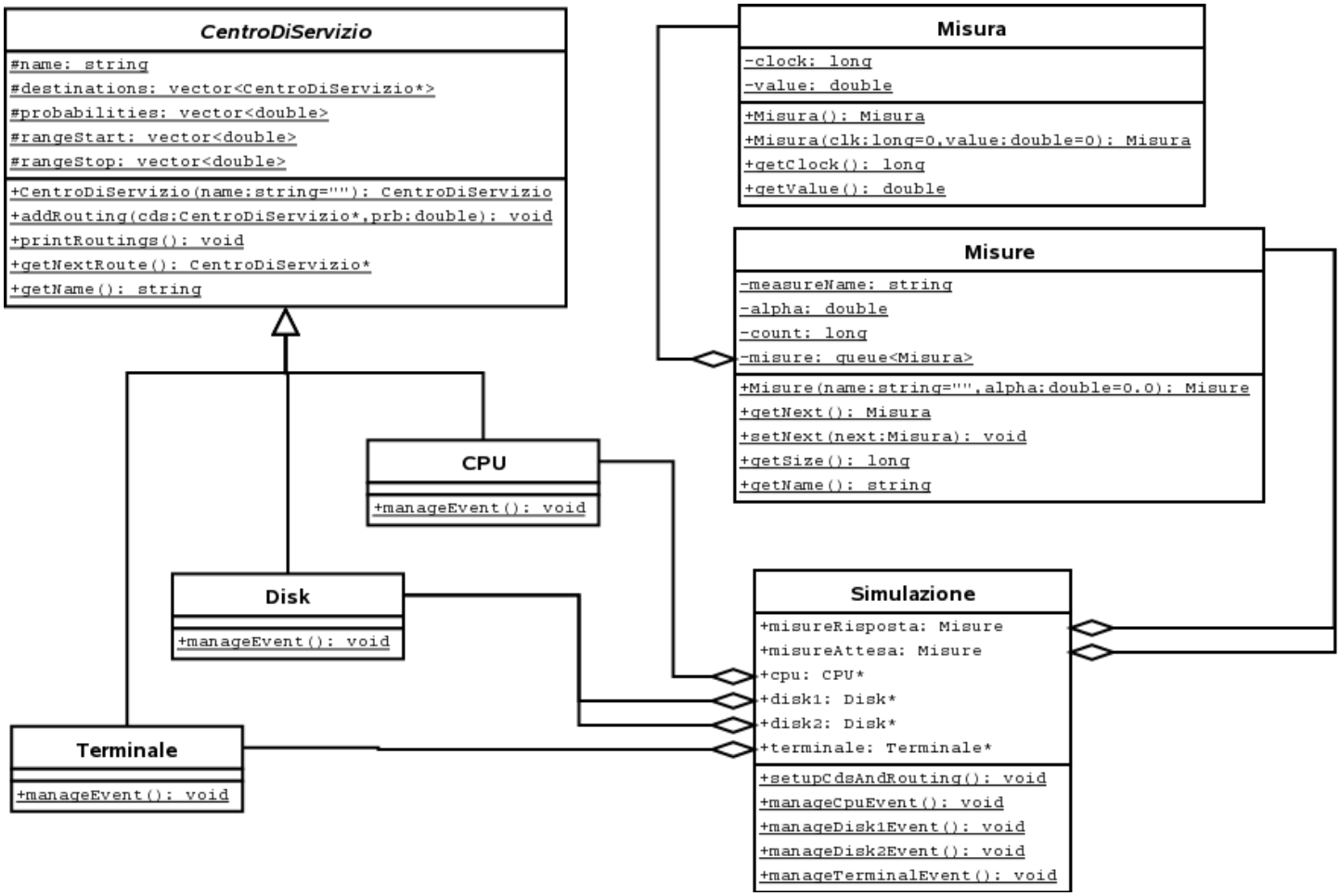
- per il calcolo di media e varianza delle varie misure effettuate, si sono utilizzati variabili di tipo double, onde evitare i problemi di overflow sopra citati.

Diagramma delle classi

Di seguito si riporta il diagramma UML inizialmente prodotto, per la progettazione delle classi rappresentative degli oggetti in gioco nella simulazione.

Per la descrizione dei metodi e delle proprieta' effettivamente implementate, dopo il processo di revisione basato sul TDD, si veda il paragrafo "**File headers commentati**".

Il principale cambiamento e' stata l'introduzione delle classi Evento e Calendario, nonche' la revisione delle responsabilita' inizialmente assegnate alla classe Simulazione e successivamente trasferite alla classe Calendario.



File di intestazione (hearders C++) commentati

Di seguito si riportano e si commentano i file di intestazione delle classi.

CentroDiServizio

```
class CentroDiServizio
{
// questa classe rappresenta il generico Centro di Servizio, specializzato dalle
// sottoclassi Cpu, Disk e Terminali
// utilizza il template Vector


public:
      // elenco dei metodi con visibilita' pubblica
      // (nessuna proprieta', ove necessario vengono usati metodi di accesso)


      // costruttore, i cui parametri rappresentano:
      // - flag per le stampe di debug
      // - nome del CdS
      // - primo parametro della distribuzione di probabilita'
      // - eventuale secondo parametro della distribuzione di probabilita'
      CentroDiServizio(int=0, string="CentroDiServizio", double=0, double=0);

      // distruttore, virtuale affinche' venga chiamato quello delle sottoclassi
      virtual ~CentroDiServizio();

      // metodo per aggiungere un routing al CdS, i parametri rappresentano:
      // - CdS su cui inoltrare il job
      // - probabilita' di scegliere tale CdS
      void addRouting(CentroDiServizio*, double);

      // metodo di stampa dei routing, usato per verifica
      void printRoutings();

      // metodo per recuperare il prossimo routing: ritorna il CdS a cui verra' passato
      // il job;
      // - il parametro e' un numero casuale nell'intervallo 0..1
      CentroDiServizio* getNe tRoute(double);

      // metodo per recuperare il clock a cui verra' completato il job relativo al
      // prossimo evento da inserire che ha per SRC il Cds
      // virtuale affinche' sia invocata l'implementazione della sottoclasse
      virtual long getNe t!ventC"o#$();

      // metodo per gestire le code del CdS, nel caso sia DST di un evento
      // virtuale affinche' sia invocata l'implementazione della sottoclasse
      virtual void register%sDestination();
```

```
      // metodo per gestire le code del CdS, nel caso sia SRC di un evento
      // virtuale affinche' sia invocata l'implementazione della sottoclasse
      virtual void register%sSour#e();

      // metodo che ritorna un booleano per verificare che il Cds sia di tipo Terminale
      // oppure Cpu/Disk (ritorna 1 nel primo caso, 0 nel secondo)
      int is&er'ina"(rCpuDis$();

      // metodo che ritorna il numero di job in attesa (se Cpu/Disk) o il numero di
      // richieste inviate ed in attesa di risposta (Terminale)
      long get)ueued(r*aiting();

      // metodo di accesso, che ritorna il primo parametro della distribuzione
      // assegnata al CdS
      double getDistr+ara'();

      // metodo di accesso che ritorna il nome assegnato al CdS
      string getNa'e();


protected:
      // elenco di proprieta' visibili alle sole sottoclassi


      // primo parametro della distribuzione assegnata al CdS
      double dDistr+ara';

      // eventuale secondo parametro della distribuzione assegnata al CdS
      double dDistrSu,+ara';

      // flag per le stampe di debug
      int iDe,ug;

      // numero di job in attesa (se Cpu/Disk) o il numero di
      // richieste inviate ed in attesa di risposta (Terminale)
      long i)ueued;

      // nome assegnato al CdS
      string na'e;

      // booleano per verificare che il Cds sia di tipo Terminale
      // oppure Cpu/Disk (1 nel primo caso, 0 nel secondo)
      int is&er'ina";


private:
      // elenco di proprieta' e metodi visibili alla sola classe CentroDiServizio


      // metodo per la verifica di coerenza dei vettori del routing (vedere sotto)
      // ritorna 1 se i quattro vettori hanno lo stesso numero di elementi, 0 altrimenti
      int #-e#$.e#tors();
```

```
      // metodo per la stampa di un messaggio di errore nel caso checkVectors ritorni 0
      void print!rror();

      // vettore delle DST assegnate al CdS
      ve#tor/CentroDiServizio*0 destinations;

      // vettore delle probabilita' associate alle DST
      ve#tor/double0 pro,a,i"ities;

      // vettore dei range di inizio intervallo, associati alle DST
      // utilizzati dal metodo getNextRoute
      ve#tor/double0 rangeStart;

      // vettore dei range di fine intervallo, associati alle DST
      // utilizzati dal metodo getNextRoute
      ve#tor/double0 rangeStop;
1;
```

Terminale

```
class &er'ina"e : public CentroDiServizio
{
// questa classe rappresenta un blocco di Terminali, specializzando la classe
// CentroDiServizio


public:
      // elenco dei metodi con visibilita' pubblica
      // (nessuna proprieta', ove necessario vengono usati metodi di accesso)


      // costruttore: vedere superclasse; unica differenza: imposta isTerminal a 1
      &er'ina"e(int=0, string="&er'ina"e", double=0, double=0);

      // distruttore: vedere superclasse
      virtual ~&er'ina"e();

      // metodo inserito in fase OOD, ma non implementato: in fase TDD e' emerso che
      // il processamento degli eventi e' di competenza del Calendario
      void 'anage!vent();

      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con la distribuzione di probabilita' assegnata,
      // invoca la funzione getRandomExponential
      virtual long getNe t!ventC"o#$();

      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con le assunzioni fatte, decrementa il numero di richieste
      // inviate ed in attesa di risposta
      virtual void register%sDestination();



      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con le assunzioni fatte, incrementa il numero di richieste
      // inviate ed in attesa di risposta
      virtual void register%sSour#e();

1;
```

Cpu

```
class C+2 : public CentroDiServizio
{
// questa classe rappresenta una C+2, specializzando la classe CentroDiServizio


public:
      // elenco dei metodi con visibilita' pubblica
      // (nessuna proprieta', ove necessario vengono usati metodi di accesso)


      // costruttore: vedere superclasse; unica differenza: imposta isTerminal a 0
      C+2(int=0, string="&er'ina"e", double=0, double=0);

      // distruttore: vedere superclasse
      virtual ~C+2();

      // metodo inserito in fase OOD, ma non implementato: in fase TDD e' emerso che
      // il processamento degli eventi e' di competenza del Calendario
      void 'anage!vent();

      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con la distribuzione di probabilita' assegnata,
      // invoca la funzione getRandomIperExponential
      virtual long getNe t!ventC"o#$();

      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con le assunzioni fatte, incrementa il numero di richieste
      // inviate ed in attesa di risposta
      virtual void register%sDestination();

      // specializzazione del metodo della superclasse:
      // coerentemente con le assunzioni fatte, decrementa il numero di richieste
      // inviate ed in attesa di risposta
      virtual void register%sSour#e();

1;
```