UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI BERGAMO

Dipartimento di Ingegneria Gestionale, dell'Informazione e della Produzione

Documentazione Progetti

Corso di Informatica III - Modulo di Programmazione

Studente: **Luca Ghislotti (matr. 1052975)**

Docente: **Prof. Angelo Gargantini**

CdL Magistrale in Ingegneria Informatica

Facoltà di Ingegneria

Università degli Studi di Bergamo

A.A. 2020/2021

Bergamo, Italia - Settembre 2021

Indice dei contenuti

Premessa

Codice 4

Documentazione 4

Progetto C++

1. Definizione di file .h e file .cpp (object orientation) 6
2. Overloading dei costruttori, valori di default e member initializer list 6
3. Static member variables 6
4. Copy constructor 7
5. Distruttori virtual ed utilizzo della delete 8
6. Definizione di funzioni, passaggio per valore e per riferimento 8
7. Funzioni inline 8
8. Incapsulamento e definizione di diversi livelli di visibilità 8
9. Classificazione friend 9
10. Ereditarietà, classi base e derivate, visibilità dell'ereditarietà ed ereditarietà multipla 9
11. Risoluzione dei problemi legati all'ereditarietà multipla: name clashing 10
12. Member duplication: problema del diamante 10
13. Polimorfismo run-time 10
14. Polimorfimo compile time: template di funzioni e template di classi 10
15. Sottotipazione (evitato lo slicing) 11
16. Classi astratte 11
17. Gestione delle eccezioni 12
18. STL containers: contenitori associativi e non associativi 12
19. Utilizzo degli iteratori 12
20. Utilizzo del tipo bool 13
21. Utilizzo degli smart pointers 13

22. Utilizzo di design pattern 14

23. Interazione con file di testo e scrittura (file di log) 15

Allegato I 16

Progetto QT

1. Configurazione del progetto 18

2. Interfaccia grafica 19

3. Installer 20

Progetto SCALA

1. Utilizzo di var e val 22

2. Costruttore, passaggio di parametri e valori di default dei parametri 22

3. Overload del costruttore 23

4. Sottotipazione ed ereditarietà 23

5. Classe astratta 23

6. Classe con oggetto companion (Singleton) 23

7. Scala trait (interfaccia) 24

8. Funzioni annidate 24

9. Type inference ed indicazione esplicita del tipo 24

10. Override dei metodi 25

11. Passaggio di parametri call-by-name e call-by-value 26

12. Funzioni di ordine superiore al primo (HOF, High Order Functions) 26

13. Collezioni mutable 27

14. Utilizzo del foreach per effettuare iterazione sulle collezioni 28

15. Folding: foldLeft e foldRight 28

16. Utilizzo della reduce 29

17. Utilizzo del filter 29

18. Utilizzo combinato di map e reduce 30

19. Gestione delle eccezioni 31

20. Visitor Pattern con Scala Generics 31
21. Console output 33
Allegato II 36

Progetto SPARK

1. Ambiente Spark 38
2. Configurazione dell'ambiente Spark 39
3. Lettura del file 39
4. Suddivisione in parole ed uso della flatMap() 39
5. Conteggio delle parole 40
6. Conteggio dei caratteri 40
7. Individuazione delle 10 parole più ricorrenti 40
8. Funzione di stampa a video 41

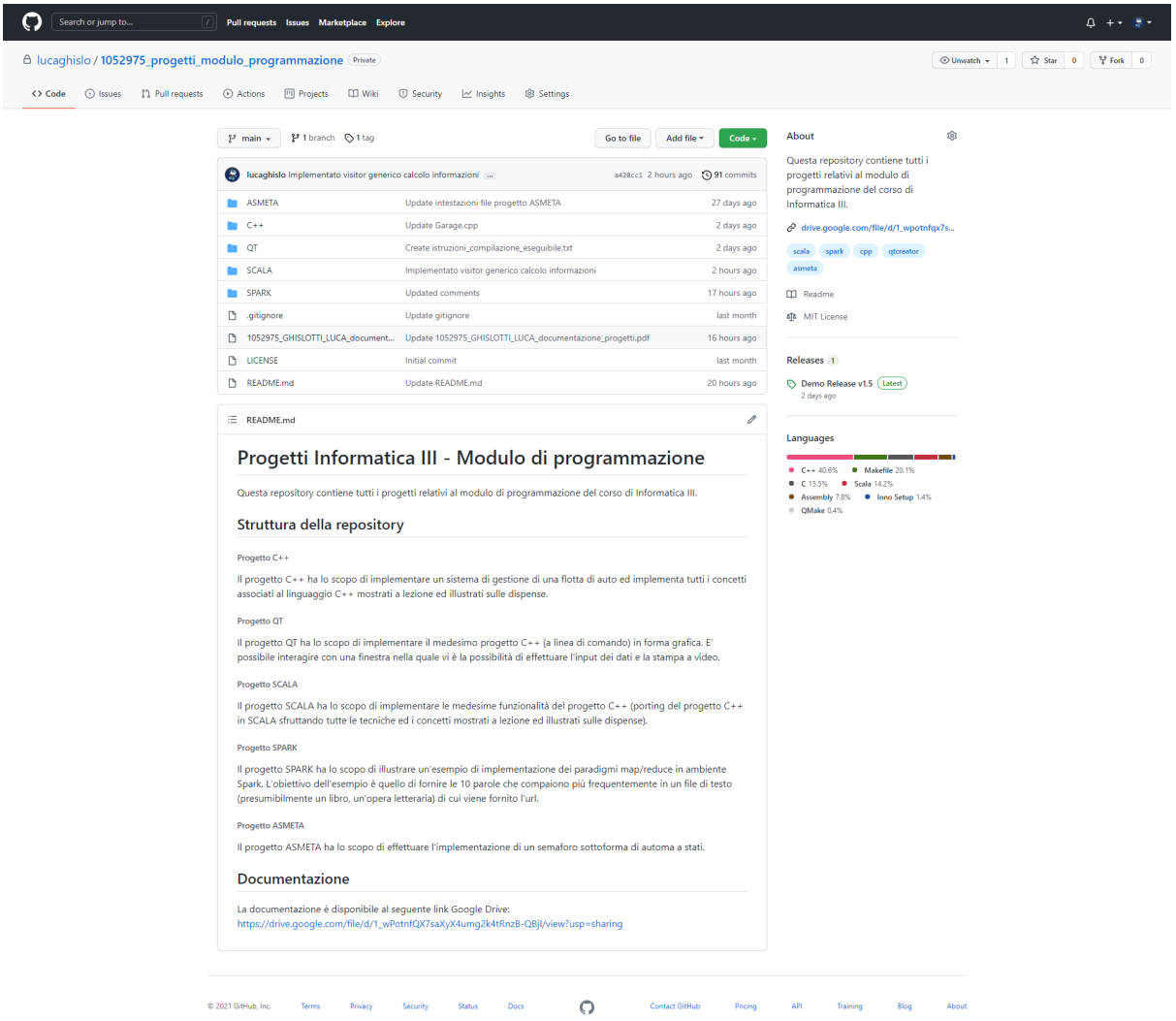
Progetto ASMETA

1. Dichiarazione di domini e funzioni 44
2. Definizione delle funzioni, delle regole, macro-regole e regola main 45
3. Inizializzazione e valori di inizializzazione 46
4. Scenario ROAD_SCENARIO.avalla e output simulazione 46
5. Esempio di animazione AsmetaA 49

Codice

Il codice è reso disponibile su GitHub al seguente link:

https://github.com/lucaghislo/1052975_progetti_modulo_programmazione.git



Documentazione

La documentazione in formato PDF è disponibile via Google Drive al seguente link:

https://drive.google.com/file/d/1_wPotnfQX7saXyX4umg2k4tRnzB-QBjl/view?usp=sharing

Progetto C++

Progetto C++

Il progetto prevede la gestione di una flotta di auto con varia alimentazione (diesel, benzina, ibrida ed elettrica). Il programma permette la memorizzazione di una lista di auto e l'inserimento da parte dell'utente dei singoli veicoli, con indicazione dei campi per ciascuna di esse.

Questo progetto ha lo scopo di sfruttare tutti i costrutti del linguaggio C++ che sono stati spiegati durante le lezioni ed illustrati sulle dispense; di seguito si fornisce un'indicazione dei costrutti/concetti utilizzati e la porzione di codice nei quali sono stati sfruttati, con la relativa spiegazione della loro utilità.

1. Definizione di file .h e file .cpp (object orientation)

Tutte le implementazioni delle classi sono state effettuate separando il file header (.h) in cui vengono rese disponibili le funzionalità associate alla classe ed il file di definizione dell'implementazione (.cpp).

2. Overloading dei costruttori, valori di default e member initializer list

Sono stati definiti più costruttori per la medesima classe allo scopo di garantire che un oggetto possa essere costruito diversamente sulla base dei dati a disposizione e di quelli posti a valore di default. Si sono definiti valori di default per i parametri.

```
Car();
Car(char *targaInput, int pesoInput = 1000, int potenzaInput =
                  Car::minPotenza);
```

```
Ecar::Ecar(char *targaInput, int pesoInput, int potenzaInput) :
            Car(targaInput, pesoInput, potenzaInput),
capacitaBatteria(400) {

      standards.push_back(110);
      standards.push_back(230);
      standards.push_back(380);
}
```

3. Static member variables

Si è utilizzata la primitiva Static allo scopo di condividere variabili tra tutte le istanze della classe. E' stato utile memorizzare il prefisso del numero di telaio, garantendo che

tutte le auto che vengono costruite abbiano un numero di telaio definito incrementalmente, affinchè non possano esistere due auto con lo stesso numero di telaio.

```
static unsigned const short minPotenza = 30;
static unsigned int prefix;
```

La funzione **`buildVIN()`** ha lo scopo di costruire il numero di telaio sulla base del campo statico **`prefix`**, utilizzato come prefisso allo scopo di rendere univoco il numero di telaio. Da notare come il parametro venga passato per riferimento **`const`**, al fine di renderlo non modificabile da parte della funzione che lo utilizza.

```
string Car::buildVIN(const int &prefix) {
	string str_prefix = to_string(prefix);
	int length = str_prefix.length();
	string VIN = str_prefix;

	if (length > 10) {
		throw 403;
	} else {
		for (int i = 0; i < 10 - length; i++) {
			VIN += "X";
		}
	}
	return VIN;
}
```

4. Copy constructor

Copy constructor definito per la classe **`Car`** allo scopo di garantire la costruzione di un'istanza della classe tramite copia di un'istanza già creata.

```
Car::Car(const Car &newCar) {
	strcpy(targa, newCar.targa);
	*numTelaio = newCar.numTelaio;
	Car::potenza = newCar.potenza;
	Car::peso = newCar.peso;
}
```

5. Distruttori virtual ed utilizzo della delete

Distruttori definiti con clausola **`virtual`** allo scopo di garantire l'invocazione del metodo distruttore delle superclassi della classe considerata. Da notare come la targa sia stata allocata sullo heap in maniera "esplicita" (C style, tramite uso della **`malloc`**), pertanto è necessario effettuare la deallocazione C style tramite la **`free()`**. Al contrario, il numero del telaio è stato allocato C++ style (tramite **`new`**) e pertanto la deallocazione avviene tramite **`delete`**.

```
Car::~Car() {
	free(targa);
	delete numTelaio;
	cout << "cleared all cars" << endl;
}
```

6. Definizione di funzioni, passaggio per valore e per riferimento

Definizione di varie funzioni per ciascuna classe e passaggio di parametri per valore e per riferimento. Utilizzo del modificatore **`const`** per evitare che il metodo modifichi i membri della classe.

```
void stampaInfoAuto(Car &c) const;
void Garage::stampaInfoAuto(Car &c) const {
	c.showInfo();
}
```

7. Funzioni inline

Funzioni per le quali la chiamata viene sostituita con il corpo della funzione.

```
inline short countAuto() {
	return flotta.size();
}
```

8. Incapsulamento e definizione di diversi livelli di visibilità

Utilizzo dei modificatori di visibilità **`public`**, **`private`**, **`protected`**.

```
class Ecar: virtual public Car {
public:
```

```
      Ecar(vector<int> standardInput);
      Ecar(char *targaInput, int pesoInput = 1500, int potenzaInput =
50);
      virtual void showInfo();
      virtual void printResumee();
      short getCapBat();
      void setBatCap(short batCap);
      virtual string getClassName();
      virtual ~Ecar();

private:
      short capacitaBatteria;
      vector<int> standards;
};
```

9. Classificazione friend

Per garantire che la classe dichiarata **`friend`** possa accedere ai campi privati della classe di cui è amica.

```
template<typename T> friend class TaxCalc;
```

10. Ereditarietà, classi base e derivate, visibilità dell'ereditarietà ed ereditarietà multipla

Definizione di classi base (classe **`Car`**) e classi derivate (**`FFcar`**, **`Hcar`**, **`Ecar`**) allo scopo di riutilizzare il codice. Riutilizzo del costruttore della classe base.

```
class Hcar: public Ecar, public FFcar {
public:
      Hcar(char *targaInput, int pesoInput, int potenzaInput, short
capInput, double urbano, double combinato, double extra, vector<int>
standardsInput);

      virtual void showInfo();
      virtual void printResumee();
      virtual string getClassName();
      virtual ~Hcar();

private:
      unsigned short capacitaCombinata;
};
```

11. Risoluzione dei problemi legati all'ereditarietà multipla: name clashing

Risoluzione del name clashing causato dalla possibilità in C++ di definire una classe derivata a partire da più classi base.

```
void Hcar::showInfo() {
      cout << "\nHYBRID ";
      Car::showInfo(); // risoluzione esplicita del name clashing
      printResumee();
}
```

12. Member duplication: problema del diamante

Utilizzo della clausola **`virtual`** sulla classe base allo scopo di risolvere il problema del diamante nel contesto dell'ereditarietà multipla. (Si faccia riferimento all'Allegato I)

```
class Ecar: virtual public Car { ... }
class FFcar: virtual public Car { ... }
class Hcar: public Ecar, public FFcar { ... }
```

13. Polimorfismo run-time

Utilizzo della clausola **`virtual`** per garantire implementazione del polimorfismo run-time di vari metodi definiti nelle classi.

```
class Hcar: public Ecar, public FFcar {
public:
      virtual void showInfo();
      virtual void printResumee();
      virtual string getClassName();
}
```

14. Polimorfimo compile time: template di funzioni e template di classi

Definizione di **`template`** di funzioni e di classi sfruttando parametri generici. Si riporta l'esempio della classe **`TaxCalc`** definita come template di classe, la quale contiene la funzione **`calcoloBollo()`** definita a sua volta come template di funzione.

```
template<typename T> class TaxCalc {
	static const int fattoreCorrettivo = 1.37;
	T cavalliFiscali;

public:
	TaxCalc(T const &cf) : cavalliFiscali(cf) {}

	template<typename S> T calcoloBollo(S c) {
		return c->potenza * cavalliFiscali * fattoreCorrettivo;
	}
};
```

15. Sottotipazione (evitato lo slicing)

Nel contesto della definizione di sottotipi, si è evitato il manifestarsi del fenomeno dello slicing, per il quale l'assegnamento di un'istanza più specializzata ad una meno specializzata comporta la perdita dei campi presenti nella prima e non nella seconda.

In particolare, si è evitato lo slicing nella classe **`Garage`**, ove il **`vector`** "flotta" atto a memorizzare le istanze dei veicoli creati dall'utente, non contiene direttamente gli oggetti **`FFcar`**, **`Ecar`**, **`Hcar`**, quanto piuttosto puntatori ad essi (gestiti tramite *smart pointers*). L'utilizzo di smart pointers nella forma di **`unique_ptr`** ha reso necessario lo spostamento manuale del pointer successivamente alla sua creazione per la sua memorizzazione nel vector. Anche durante la lettura del container è stato necessario effettuarne lo spostamento manuale, gestito tramite primitiva **`move()`**.

```
vector<unique_ptr<Car>> flotta;
```

16. Classi astratte

Classe **`Car`** ha almeno un metodo *pure* **`virtual`**; si riportano due metodi di questa forma. Questi metodi sono implementati nelle sole classi derivate.

```
class Car {
public:
	virtual void printResumee() = 0;
	virtual string getClassName() = 0;
}
```

17. Gestione delle eccezioni

Si sono gestite le eccezioni, soprattutto per quanto riguarda l'inserimento da parte dell'utente e per evitare *bufferOverflow* durante la copia di stringhe tramite **`strcpy()`** e *raw pointers*. Si è scelto di fare il throw di un codice di errore, intercettato nel blocco *try-catch* dove il metodo viene chiamato.

```
void Car::setTarga(string newTarga) {
	if (newTarga.length() > 9)
		throw 403;
	else
		strcpy(targa, newTarga.data());
}
```

Intercettazione del codice di errore e visualizzazione del messaggio di errore.

```
try {
	ec1->setTarga("EL-101-LEEEEEEEEE");
} catch (int x) {
	cout << "Formato targa errato! Cannot update" << endl;
}
```

18. STL containers: contenitori associativi e non associativi

Utilizzo di contenitori non associativi, quali il **`vector<>`** per la memorizzazione, all'interno della classe Garage, delle auto nella flotta inserite da parte dell'utente. Si è utilizzato anche il contenitore associativo **`map<>`** per memorizzare la coppia "descrizione, consumo" nella classe **`FFcar`**. Sono state ovviamente utilizzate le funzioni STL associate ai contenitori per l'inserimento, l'estrazione e la modifica degli elementi nel contenitore.

```
vector<unique_ptr<Car>> flotta;
```

```
map<string, double> consumi;
```

19. Utilizzo degli iteratori

Per lo scorrimento dei contenitori STL definiti precedentemente si è utilizzato lo strumento *iterator*. Da notare come il contenitore STL non associativo flotta contenga

riferimenti a smart pointers **`unique_ptr`**: in questo caso, l'iteratore viene utilizzato in congiunzione con la dereferenziazione dello smart pointer per l'ottenimento del relativo raw pointer.

```
void FFcar::printResumee() {
      for (map<string, double>::iterator it = consumi.begin();
                  it != consumi.end(); ++it)
            cout << it->first << ":  " << it->second << " L/100km\n";
}
```

20. Utilizzo del tipo bool

C++ aggiunge, rispetto a C, il tipo booleano di default (senza ulteriori import). Per sfruttare questo tipo di dato, si è deciso di implementare una funzione che ritorni un valore logico associato al fatto che l'auto passata come parametro sia elettrica oppure no.

```
bool isElectric(Car *c);
```

```
bool Garage::isElectric(Car *c) {
      if (c->getClassName() == "E" || c->getClassName() == "H")
            return true;
      else
            return false;
}
```

21. Utilizzo degli smart pointers

Oltre all'utilizzo dei classici puntatori a spazi di memoria allocati sullo heap tramite primitiva **`malloc`**, si sono utilizzati anche *smart pointers*, allo scopo di dimostrarne l'efficacia e l'utilità oltre che la maggior sicurezza indotta dalla gestione automatica dell'allocazione e deallocazione dello spazio di memoria. Si è scelto di definire un **`vector`** di smart pointers **`unique_ptr`** per i quali è stato necessario l'utilizzo della primitiva **`move()`**, causato dal fatto che il puntatore, essendo unico, deve essere manualmente spostato allo scopo di non perderne il riferimento.

```
unique_ptr<Car> veicoloFF(new FFcar(targa_ptr, peso, potenza, fuelCap,
urbano, combi, extra));
flotta.push_back(move(veicoloFF));
```

```
unique_ptr<Car> veicoloE(new Ecar(targa_ptr, peso, potenza));
flotta.push_back(move(veicoloE));
```

Definizione del **`vector`** di *smart pointers*:

```
vector<unique_ptr<Car>> flotta;
```

Stampa del contenuto del **`vector`**, contenente smart pointers **`unique_ptr`**:

```
void Garage::stampaFlotta() {
	cout << "***AUTO NELLA FLOTTA***" << endl;
	for (auto const &i : flotta) {
		i.get()->showInfo();
	}
}
```

22. Utilizzo di design pattern

Si è scelto di implementare la classe **`Garage`** sfruttando il design pattern *Singleton* allo scopo di garantire l'univoca istanziazione di questa classe, evitando la creazione da parte dell'utente di molteplici copie.

```
class Garage {
public:
	static Garage& getInstance() {
		static Garage instance;
		return instance;
	}
private:
	Garage();
	Garage(Garage const&);
}
```

Questo design pattern garantisce la creazione dell'unica istanza della classe **`Garage`** passando attraverso il metodo **`getIstance()`** senza utilizzare direttamente il costruttore della classe, mantenuto **`private`**.

23. Interazione con file di testo e scrittura (file di log)

La classe **`Garage`** implementa il metodo **`printToFile()`** il quale ha lo scopo di scrivere sul file di testo **`fleet_log.txt`** l'elenco delle auto che sono state inserite in una certa data ed ora. Il file di log è stato posizionato nel subfolder **`\logs`**. In particolare, a solo scopo dimostrativo, vengono salvate le targhe delle auto inserite, ottenute tramite apposito metodo getter **`getTarga()`** della classe Car.

```
void printToFile();
```

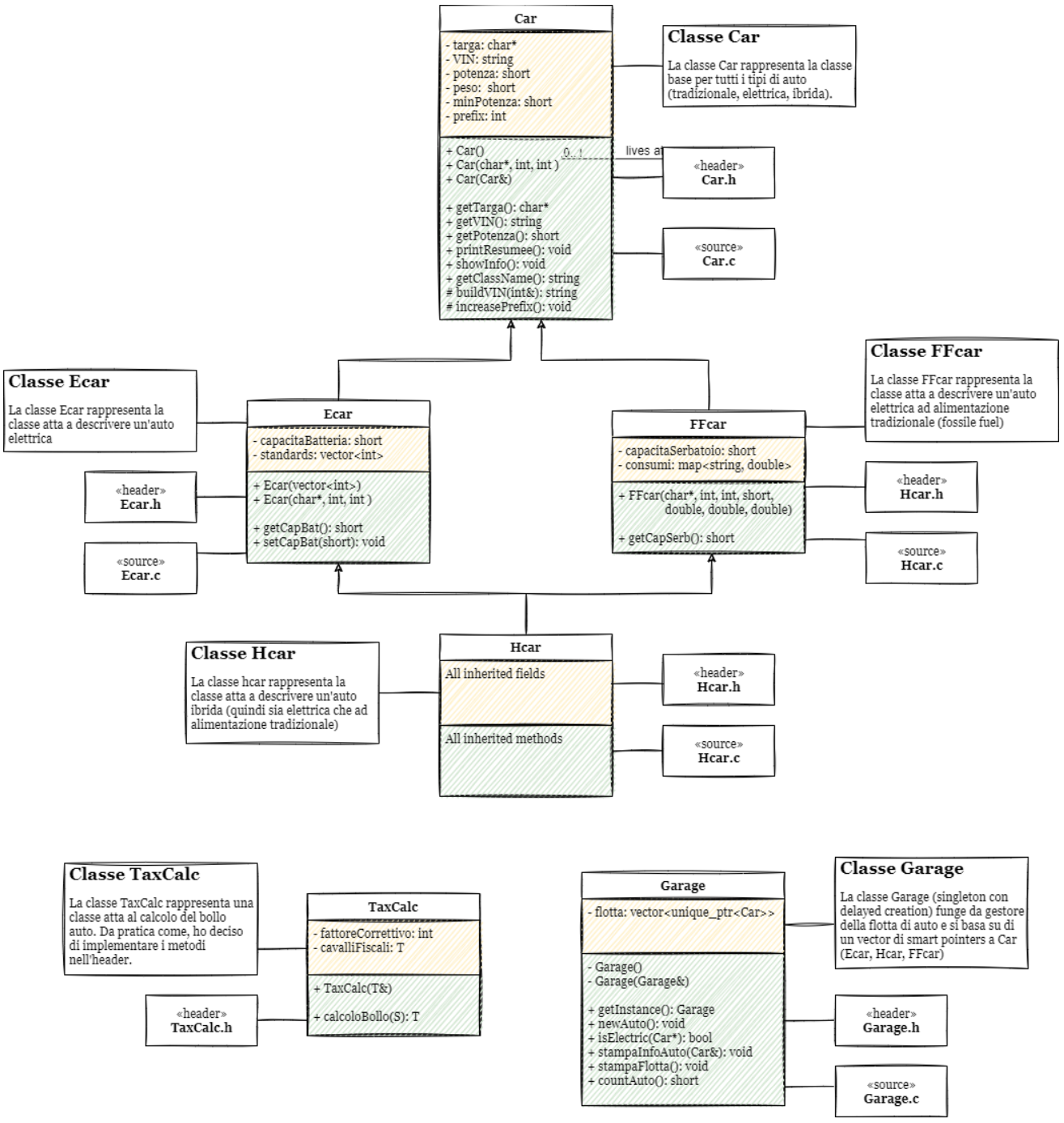
```
void Garage::printToFile() {
	ofstream out_file;
	out_file.open("logs/fleet_log.txt", ios_base::app);
	auto timestamp = chrono::system_clock::now();
	time_t time = std::chrono::system_clock::to_time_t(timestamp);

	out_file << ctime(&time);
	for (auto const &i : flotta) {
		out_file << i.get()->getTarga() << endl;
	}

	out_file << endl;
	out_file.close();
}
```

Il file di log presenta la seguente struttura (a puro scopo esemplificativo):

```
Wed Sep 15 17:29:37 2021
ZA044ZB
AZ655CR

Wed Sep 15 17:34:15 2021
LO986GH
```

Allegato I

L'allegato I fornisce una rappresentazione del diagramma delle classi del progetto C++, con relativa descrizione di ciascuna classe. Da notare la classica configurazione "a diamante" tipicamente associata al problema della member duplication.



Progetto QT

Progetto QT

Il progetto QT è stato implementato sfruttando l'applicativo QT CREATOR, di fatto utilizzando il codice C++ realizzato per il precedente progetto. E' stata infatti modificata la classe Garage per poter accettare in input i dati raccolti tramite interfaccia grafica, diversamente da quanto effettuato nella precedente implementazione, puramente basata su interfaccia a linea di comando.

24. Configurazione del progetto

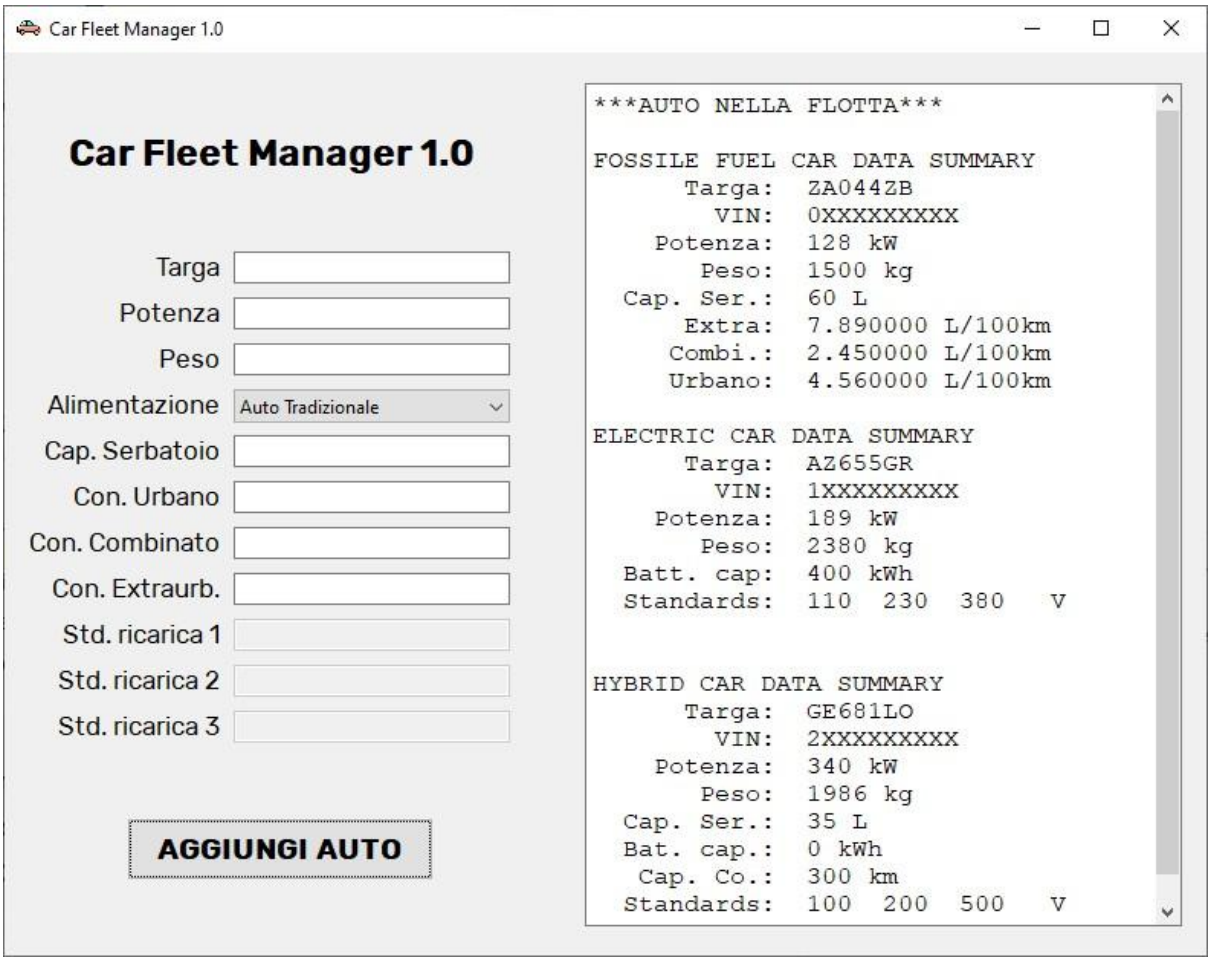
Il progetto QT si basa su tutti i file sviluppati nel precedente progetto, con l'aggiunta dell'interfaccia **`carfleetmanager.h`** e relativa classe **`carfleetmanager.cpp`**, oltre che il file per la definizione dell'interfaccia grafica **`carfleetmanager.ui`**.

Di seguito si riporta la definizione dell'interfaccia **`carfleetmanager.h`**:

```
#ifndef CARFLEETMANAGER_H
#define CARFLEETMANAGER_H

#include <QWidget>

QT_BEGIN_NAMESPACE
namespace Ui { class CarFleetManager; }
QT_END_NAMESPACE

class CarFleetManager : public QWidget {
    Q_OBJECT

public:
    CarFleetManager(QWidget *parent = nullptr);
    ~CarFleetManager();

private slots:
    void on_pulsanteSubmit_clicked();
    void on_tipoAuto_currentIndexChanged(int index);

private:
    Ui::CarFleetManager *ui;
};

#endif // CARFLEETMANAGER_H
```

25. Interfaccia grafica

Si riporta di seguito una screenshot dell'interfaccia grafica sviluppata in QT:

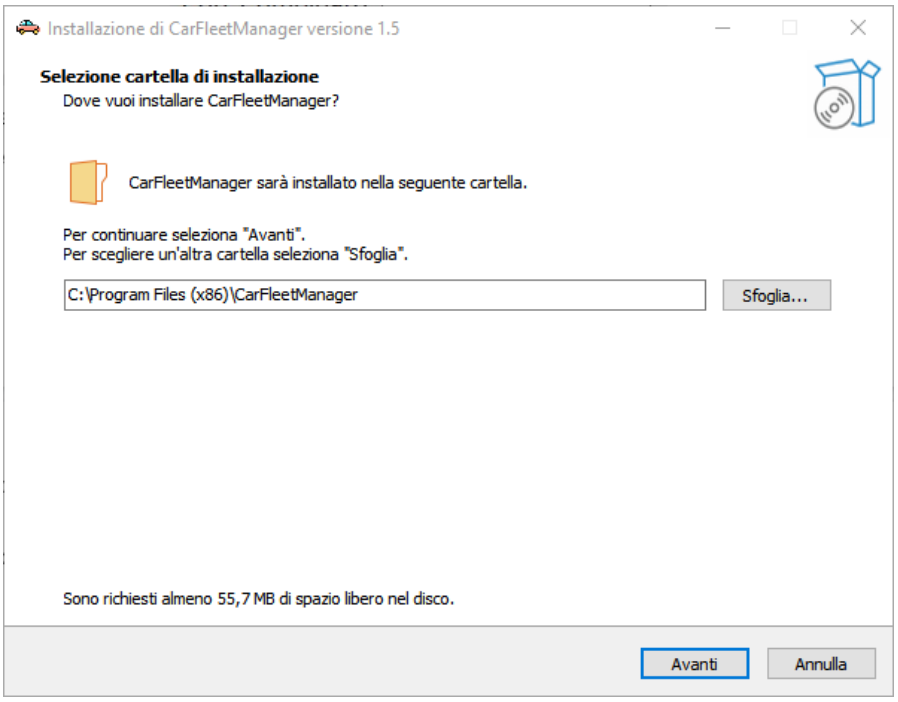


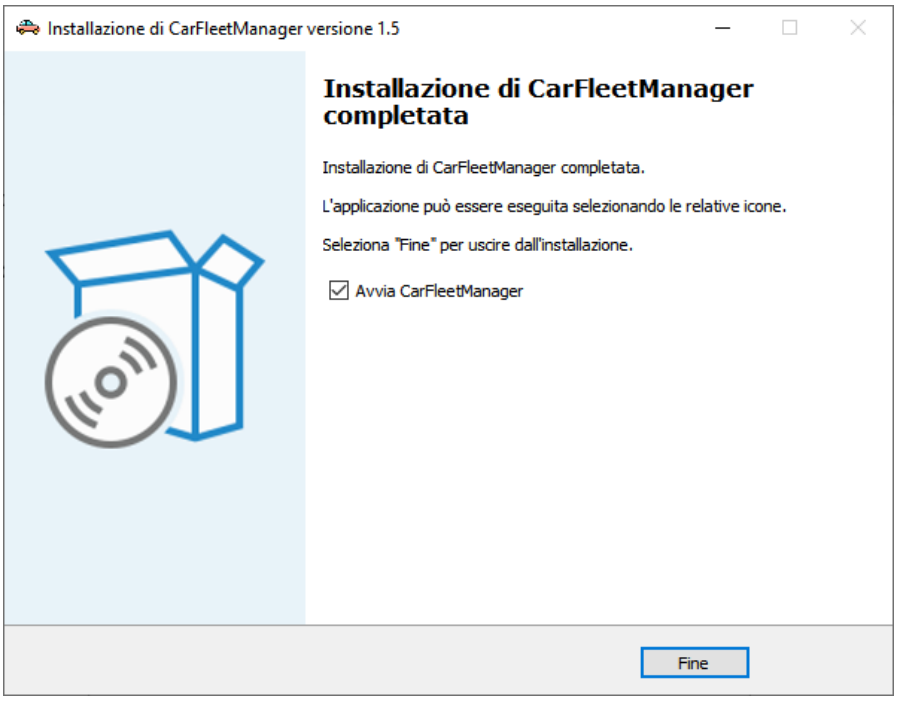
Da notare come i campi siano attivati e disattivati dinamicamente in funzione del tipo di auto selezionata tramite selettore *QComboBox* (ad esempio, per l'auto tradizionale non sono definiti i campi che descrivono gli standard di ricarica).

Al momento dell'aggiunta di una nuova auto, i campi vengono resettati e svuotati, effettuando il refresh della componente di visualizzazione con l'elenco delle auto presenti nella flotta del garage.

26. Installer

Il software applicativo viene fornito del suo installer per il sistema operativo Windows (pubblicato nella sezione Release di GitHub):





Il programma è stato dapprima compilato tramite il compiler QT ed è successivamente stato realizzato il file di configurazione dell'installer tramite applicativo *Inno Setup Compiler*.

Progetto SCALA

Progetto SCALA

Il progetto SCALA implementa il porting del progetto C++; in particolare, si è deciso di modificarne le specifiche ove necessario allo scopo di mettere in evidenza particolari costrutti del linguaggio SCALA che sono meglio evidenziabili tramite implementazioni ad hoc, o che comunque non erano messe in evidenza nella corrispettiva versione in linguaggio C++. Si è infatti voluto porre particolare enfasi sull'aspetto funzionale di Scala, oltre che sui costrutti **`fold()`**, **`reduce()`**, **`filter()`** e **`map()`** per l'analisi di strutture dati.

Questo progetto ha lo scopo di sfruttare tutti i costrutti del linguaggio SCALA che sono stati spiegati durante le lezioni ed illustrati sulle dispense; di seguito si fornisce un'indicazione dei costrutti/concetti utilizzati e la porzione di codice nei quali sono stati sfruttati, con la relativa spiegazione della loro utilità.

1. Utilizzo di var e val

In questo progetto sono stati utilizzate sia variabili **`var`** che **`val`**: le prime possono essere ridefinite dopo la dichiarazione, le seconde no. Sono stati utilizzati anche modificatori di visibilità delle variabili come **`private`**.

```
private var numTelaio: String = "XXXXXXXXXX"
```

```
private val minPotenza = 30;
```

2. Costruttore, passaggio di parametri e valori di default dei parametri

Definizione di classi tramite notazione che permette di definire il costruttore direttamente alla dichiarazione della classe. Si sono definiti i parametri sia nell'intestazione della classe che nel suo corpo. Sono stati indicati, per tutti o alcuni parametri, valori di default, rendendo i parametri opzionali e, nel caso in cui non vengano specificati l'istanziazione della classe, sono posti al valore di default.

```
class Ecar(targa: String, potenza: Int, peso: Int, var capacitaBatteria:
Int = 400, inputStandards: ArrayBuffer[Int]) extends Car(targa, potenza,
peso) { ... }
```

3. Overload del costruttore

Scala permette l'overload del costruttore tramite clausola **`this`**. Il costruttore secondario richiama il costruttore primario.

```
def this(targa: String, potenza: Int, peso: Int) {
    this(targa, potenza, peso, 400, ArrayBuffer(110, 230, 380))
}
```

4. Sottotipazione ed ereditarietà

Le classi **`FFcar`** ed **`Ecar`** sono sottoclassi della superclasse astratta **`Car`**, mentre la classe **`Hcar`** è a sua volta sottoclasse della classe **`Ecar`**, con l'aggiunta di campi (ciò è causato dall'ereditarietà singola di Scala, come per Java, al contrario dell'ereditarietà multipla di C++). E' stata utilizzata la clausola **`extends`** per ereditare la classe ed implementare il **`trait`**.

```
class FFcar(targa: String, potenza: Int = 100, peso: Int = 1500, var
capacitaSerbatoio: Int = 50, urbano: Double = 4.5, combi: Double = 5.6,
extra: Double = 7.3) extends Car(targa, potenza, peso) { ... }
```

5. Classe astratta

La classe **`Car`** è stata definita **`abstract`**, pertanto non è istanziabile.

```
abstract class Car(private var targa: String, private var potenza: Int,
private var peso: Int) extends VINbuilder { ... }
```

6. Classe con oggetto companion (singleton)

La classe **`VINbuilder`** ha associato un *oggetto companion* che permette di costruire un campo **`static`** (non essendo nativamente definito in Scala) comune a tutte le istanze della classe.

```
object VINBuilder {
  var prefix = 0
  def increasePrefix = {
    prefix += 1;
```

```
  }
}

class VINbuilder { ... }
```

7. Scala trait (interfaccia)

L'oggetto singleton **`FleetStats`** implementa l'interfaccia **`FleetStatsTrait`** che ne specifica i metodi.

```
trait FleetStatsTrait {
  def pesoTotale(flotta: ListBuffer[Car]): Int
  def maxPotenza(flotta: ListBuffer[Car]): Int
  def consumoMedio(veicolo: FFcar): Double
  def autoSuperbollo(flotta: ListBuffer[Car]): ListBuffer[Car]
  def MapReduce(flotta: ListBuffer[Car]): Int
}
```

8. Funzioni annidate

Scala permette la definizione di funzioni annidate, cioè definite internamente ad altre funzioni.

```
override def showInfo {
    def printResumee {
      consumi.foreach {
        case (denominazione, valore) => println(s"$denominazione:
$valore L/100km")
    }
}
```

9. Type inference ed indicazione esplicita del tipo

In Scala è possibile definire variabili senza indicazione esplicita del tipo, che viene automaticamente dedotto durante l''assegnamento del valore.

```
val fuelCap = scala.io.StdIn.readInt()
val urbano = scala.io.StdIn.readDouble()
val combi = scala.io.StdIn.readDouble()
val extra = scala.io.StdIn.readDouble()
```

Il tipo può essere anche esplicitamente indicato.

```
val fuelCap: Int = scala.io.StdIn.readInt()
val urbano: Double = scala.io.StdIn.readDouble()
val combi: Double = scala.io.StdIn.readDouble()
val extra: Double = scala.io.StdIn.readDouble()
val s1: Int = scala.io.StdIn.readInt()
val s2: Int = scala.io.StdIn.readInt()
val s3: Int = scala.io.StdIn.readInt()
```

10. Override dei metodi

Le sottoclassi **`Ecar`**, **`Hcar`** ed **`FFcar`** effettuano l'override del metodo **`showInfo()`** della classe astratta **`Car`**. In Scala è necessario utilizzare la parola chiave **`override`** per effettuare la ridefinizione del metodo ereditato dalla superclasse.

```
override def showInfo {
   print("ELECTRIC ")
   super.showInfo()
   println("Batt. cap:  " + this.getCapBat + " KWh")
   this.printResumee(getArrayBufferContent)
   println("")
}
```

```
override def showInfo {
    def printResumee {
      consumi.foreach {
        case (denominazione, valore) => println(s"$denominazione:
$valore L/100km")
      }
    }

    print("FOSSILE FUEL ")
    super.showInfo()
    println("Cap. Ser.:  " + getCapSerb + " L")
    printResumee
    println("\nCon. Med.:  " + FleetStats.consumoMedio(this) + "
L/100km")
    println("")
}
```

```
override def showInfo {
```

```
    def printResumee {
      consumi.foreach {
        case (denominazione, valore) => println(s"$denominazione:
$valore L/100km")
      }
    }

    print("\nPETROL AND ")
    super.showInfo()
    println("Cap. Ser.:  " + getCapSerb + " L")
    printResumee
    println("")
  }
```

11. Passaggio di parametri call-by-name e call-by-value

Il passaggio dei parametri alle funzioni è stato effettuato sia per valore che per nome. Il passaggio dei parametri per nome avviene tramite notazione **=>**.

```
def printResumee(getArrayBufferContent: Int => String) {
    print("Standards:  ")
    print(getArrayBufferContent(2))
    print("V")
}
```

12. Funzioni di ordine superiore al primo (HOF, *High Order Functions*)

Nel progetto sono state implementate *High Order Functions*, così definite poiché prevedono come parametro in input una funzione.

```
def printResumee(getArrayBufferContent: Int => String) {
    print("Standards:  ")
    print(getArrayBufferContent(2))
    print("V")
  }
```

Nella funzione passata come parametro è stato messo in evidenza anche un'altro aspetto, associato al return delle funzioni. In particolare, il return viene effettuato senza necessariamente indicare la clausola **`return`**. Si mette in evidenza come il valore ritornato sia rappresentato dall'ultima espressione indicata nel corpo della funzione.

```
def getArrayBufferContent(numSpaces: Int = 1): String = {
    var output: String = "";

    for (i <- standards)
      output = output + i + " " * numSpaces
    output + "Piero non viene ritornato"
    output
  }
```

13. Collezioni mutable

In questo progetto sono state utilizzate collezioni per la maggior parte **`mutable`** (differiscono da quelle **`immutable`**, come **`List`**, per il fatto di essere modificabili dopo la loro creazione).

E' stato utilizzato l'**`ArrayBuffer`** per la memorizzazione degli standard di ricarica dell'auto elettrica nella classe **`Ecar`**:

```
class Ecar(targa: String, potenza: Int, peso: Int, var capacitaBatteria:
Int = 400, inputStandards: ArrayBuffer[Int]) extends Car(targa, potenza,
peso) {
    var standards = ArrayBuffer.empty[Int]
    standards = inputStandards
}
```

E' stato utilizzato il **`ListBuffer`** per la memorizzazione delle auto (tipo **`Car`** e relative sottoclassi **`Ecar`**, **`FFcar`**, **`Hcar`**) come flotta nella classe **`Garage`**:

```
val flotta = ListBuffer.empty[Car]
flotta += new FFcar(targa, potenza, peso, fuelCap, urbano, combi, extra)
flotta += new Ecar(targa, potenza, peso)
flotta += new Hcar(targa = targa, potenza = potenza, peso = peso,
capacitaSerbatoio = fuelCap, inputStandards = ArrayBuffer(s1, s2, s3),
urbano = urbano, combi = combi, extra = extra)
```

E' stata utilizzata la **`Map`** per la memorizzazione della coppia **`<denominazione, valore>`** dei consumi dell'auto tradizionale **`FFcar`**:

```
val consumi = Map(
```

```
    "   Urbano" -> urbano,
    "Combinato" -> combi,
    "    Extra" -> extra
)
```

14. Utilizzo del foreach per effettuare iterazione sulle collezioni

E' stato utilizzato il costrutto **`foreach`** per effettuare lo scorrimento delle collezioni.

Scorrimento della collezione **`Map`** con estrazione della coppia per effettuarne il printout a console:

```
override def showInfo {
    def printResumee {
      consumi.foreach {
        case (denominazione, valore) => println(s"$denominazione:
$valore L/100km")
    }
}
```

```
def stampaFlotta {
    println("***AUTO NELLA FLOTTA***")
    flotta.foreach {
      case(car) => car.showInfo()
    }
}
```

15. Folding: foldLeft e foldRight

I due costrutti sono stati utilizzati per effettuare calcoli su collezioni mutable con elementi non primitivi, ovvero definiti a partire da tipi associati a classi user-defined (classe **`Car`**). Si è pertanto reso necessario l'accesso al singolo elemento per l'implementazione delle operazioni di folding. La differenza nei due approcci risiede nell'ordine dello scorrimento della collezione, rispettivamente da sinistra verso destra e da destra verso sinistra. La parte di programmazione funzionale orientata all'analisi di data structures è stata implementata nell'oggetto (*singleton*) **`FleetStats`** che implementa il **`trait FleetStatsTrait`**.

La funzione **`pesoTotale()`** prende come parametro in input il **`ListBuffer flotta`** e restituisce il peso totale delle auto in esso presenti:

```
def pesoTotale(flotta: ListBuffer[Car]): Int = {
     flotta.foldLeft(0)((pesoTotale, veicolo) => pesoTotale +
veicolo.getPeso)
}
```

La funzione **`maxPotenza()`** prende come parametro in input il **`ListBuffer flotta`** e restituisce il massimo valore di potenza tra tutte le auto in esso presenti:

```
def maxPotenza(flotta: ListBuffer[Car]): Int = {
    flotta.foldRight(flotta.head.getPotenza)((veicolo, temp) => temp max
veicolo.getPotenza)
}
```

16. Utilizzo della reduce

Il costrutto reduce, concettualmente simile al fold, è stato utilizzato per effettuare il calcolo del consumo di carburante medio di una **`FFcar`**. Il paradigma **`reduce()`**, al contrario del **`fold()`**, non necessita dell'indicazione del primo valore da cui far partire l'analisi della sequenza. Da notare l'utilizzo innestato di più funzioni.

```
def consumoMedio(veicolo: FFcar): Double = {
    def getListFromMap(veicolo: FFcar): MutableList[Double] = {
      var listaConsumi = MutableList[Double]()

      veicolo.getConsumi.foreach {
        case (denominazione, valore) => listaConsumi += valore
      }

      listaConsumi
    }

    val lista = getListFromMap(veicolo)
    lista.reduce((a, b) => a + b) / lista.length
}
```

17. Utilizzo del filter

Il costrutto **`filter()`** è stato utilizzato per effettuare il filtraggio delle sole auto per le quali è necessario pagare il superbollo, ovvero quelle auto con potenza > 184 kW. Il metodo restituisce un **`ListBuffer[Car]`** contenente le auto che soddisfando il criterio

di filtraggio definito tramite **`filter`**. Da notare l'uso dell'operatore **`_`** (*underscore*) per rappresentare il generico elemento della lista. Si è ovviamente reso necessario dereferenziare il singolo elemento della collezione accedendo al suo peso tramite *metodo getter* **`getPotenza()`**.

```
def autoSuperbollo(flotta: ListBuffer[Car]): ListBuffer[Car] = {
    flotta.filter(_.getPotenza > 184)
}
```

18. Utilizzo combinato di map e reduce

L'utilizzo combinato dei costrutti map e reduce ha reso possibile la determinazione della massima potenza tra tutte le auto presenti nella flotta implementando due operazioni:

- **`map()`**: mapping della potenza in kW su potenza in CV, ottenendo una collezione del tutto identica a quella in input ma con valore di potenza convertito da chilowatt in cavalli.
- **`reduce()`**: riduzione ad un unico valore di potenza, ovvero quello dell'auto con la potenza massima. Da notare come non sia stato effettivamente utilizzato il costrutto **`reduce`**, ma per una buona motivazione. La **`reduce`** permette di ottenere in output lo stesso tipo di dato del singolo elemento contenuto nella collezione; lavorando con una collezione di **`Car`** e dovendo restituire un valore numerico **`Int`** (la potenza massima) è stato obbligato l'utilizzo di una **`fold`**, in questo caso una **`foldRight`** (che assume il medesimo ruolo della reduce).

Si è in particolare definita la funzione **`map_kwToCV()`** per effettuare la conversione tra kW e CV data in input alla **`map`**.

```
def MapReduce(flotta: ListBuffer[Car]): Int = {
    def map_kwToCV(veicolo: Car): Car = {
      veicolo.setPotenza((veicolo.getPotenza * 1.36).toInt)
      veicolo
    }

    def reduce_maxPower(flottaCV: ListBuffer[Car]): Int = {
           flottaCV.foldRight(flottaCV.head.getPotenza)((veicolo, temp)
=> temp max veicolo.getPotenza)
    }

    reduce_maxPower(flotta.map(map_kwToCV))
```

```
}
```

19. Gestione delle eccezioni

Si è deciso di effettuare la gestione delle eccezioni, allo scopo di evitare inserimenti con formato errato della targa del veicolo durante la sua creazione, In particolare, il metodo **`newAuto()`** della classe **`Garage`** effettua il throw di una **`Exception`** nel momento in cui l'utente inserisce una targa che superi la lunghezza standard (9 caratteri):

```
if (targa.length() > 9)
      throw new Exception("Errore formato targa")
```

Nel main il metodo **`newAuto()`** viene gestito tramite clausola *try-catch* allo scopo di intercettare eventuali eccezioni sollevate dall'inserimento non corretto del campo targa e viene mostrato a video un messaggio di errore:

```
try {
        Garage.newAuto(i)
        Garage.stampaFlotta
        i += 1

      } catch {
        case _: Throwable => println("\nErrore formato targa")
      }
```

20. Visitor Pattern con Scala Generics

Il progetto Scala implementa anche un package visitor contenente trait e classi atte a definire una classica rappresentazione del design pattern "visitor". A tale scopo, si è deciso di costruirne l'implementazione sfruttando i generics di Scala.

Scala trait per la definizione dell'interfaccia *Visitable* implementata dalle classi **`FFcar`**, **`Ecar`** ed **`Hcar`**:

```
trait VisitableItemIF {
  def accept[T](visitor: ItemVisitor[T]): T;
}
```

In particolare, la classe astratta Car implementa il sopra citato trait, garantendo l'implementazione del metodo **`accept[T]()`** nelle sottoclassi concrete:

```
abstract class Car(private var targa: String, private var potenza: Int,
private var peso: Int) extends VINbuilder with VisitableItemIF { . . . }
```

Le sottoclassi concrete effettuano l'implementazione del metodo:

```
 def accept[T](visitor: ItemVisitor[T]): T = visitor.visit(this);
```

Scala trait per la definizione dell'interfaccia *Visitor* estesa dalla classe astratta **`ItemVisitor`** ed implementata nella classe concreta **`Informazione`**. Da notare come il trait sia generico (sfruttando la notazione **`[T]`** di Scala):

```
trait ItemVisitorIF[T] {
  def visit(item: FFcar): T;
  def visit(item: Ecar): T;
  def visit(item: Hcar): T;
}
```

La classe astratta generica **`ItemVisitor[T]`** estende l'interfaccia sopra citata:

```
abstract class ItemVisitor[T] extends ItemVisitorIF[T] {
  def visit(item: FFcar): T;
  def visit(item: Ecar): T;
  def visit(item: Hcar): T;
}
```

Analogamente la classe concreta **`Information`** eredita dalla sopra citata classe astratta, definendo come *argomento di tipo* "String":

```
class Information extends ItemVisitor[Double] {
  def visit(item: FFcar): Double = {
    (math floor item.capacitaSerbatoio * item.getConsumi("Combinato") *
100) / 100
  }

  def visit(item: Ecar): Double = {
```

```
    (math floor item.capacitaBatteria / (item.getPotenza * 0.006) * 100)
/ 100
  }

  def visit(item: Hcar): Double = {
    (math floor (item.capacitaBatteria * 1000) / (item.standards(0) *
15) * 100) / 100
  }
}
```

L'output fornito dal design pattern è fornito a video nel metodo **`showInfo()`** della classe **`Car`**:

```
def showInfo() = {
    println("CAR DATA SUMMARY")
    println("    Targa:  " + getTarga)
    println("      VIN:  " + getNumTelaio)
    println("  Potenza:  " + getPotenza + " kW")
    println("     Peso:  " + getPeso + " kg")
    println("Autonomia:  " + this.accept(new Information()) + " Km")
  }
```

21. Console output

Il risultato della computazione viene continuamente aggiornato a video, stampando dopo ogni inserimento di un veicolo la lista aggiornata dei veicoli presenti nella flotta. A tal proposito, per ogni auto vengono indicate le informazioni base (comuni a tutte le tipologie di auto) come la targa, il numero di telaio (VIN, *Vehicle Identification Number*), la potenza ed il peso.

Le auto ad alimentazione tradizionale presentano campi aggiuntivi quali il consumo (urbano, extraurbano e combinato) misurato in litri su 100 Km la capacità del serbatoio. Analogamente, l'auto elettrica presenta la capacità della batteria e gli standard di ricarica, mentre l'auto ibrida ha a disposizione la combinazione dei campi aggiuntivi sia dell'auto tradizionale che dell'auto elettrica.

Esempio di output a console dopo l'inserimento di un'auto ibrida:

```
PETROL AND ELECTRIC CAR DATA SUMMARY
    Targa:  ZA044ZB
      VIN:  0XXXXXXXXX
  Potenza:  184 kW
     Peso:  1500 kg
Autonomia:  1304.34 Km
Batt. cap:  400 KWh
Standards:  100  200  300  V
Cap. Ser.:  100 L
    Extra:  1.0 L/100km
Combinato:  2.0 L/100km
   Urbano:  3.0 L/100km
```

Esempio di output a console dopo l'inserimento di un'auto elettrica:

```
FOSSILE FUEL CAR DATA SUMMARY
    Targa:  AZ655CR
      VIN:  1XXXXXXXXX
  Potenza:  68 kW
     Peso:  2300 kg
Autonomia:  195.0 Km
Cap. Ser.:  39 L
   Urbano:  4.0 L/100km
Combinato:  5.0 L/100km
    Extra:  6.0 L/100km
```

Esempio di output a console dopo l'inserimento di un'auto ad alimentazione tradizionale, con indicazione delle informazioni riassuntive associate alla flotta di auto:

```
ELECTRIC CAR DATA SUMMARY
    Targa:      GA749LK
      VIN:  2XXXXXXXXX
  Potenza:  300 kW
     Peso:  1670 kg
Autonomia:  800.0 Km
Batt. cap:  400 KWh
Standards:  110  230  380  V

    Peso totale:  5470 Kg
Massima potenza:  300 KW
Massima potenza:  408 CV
```

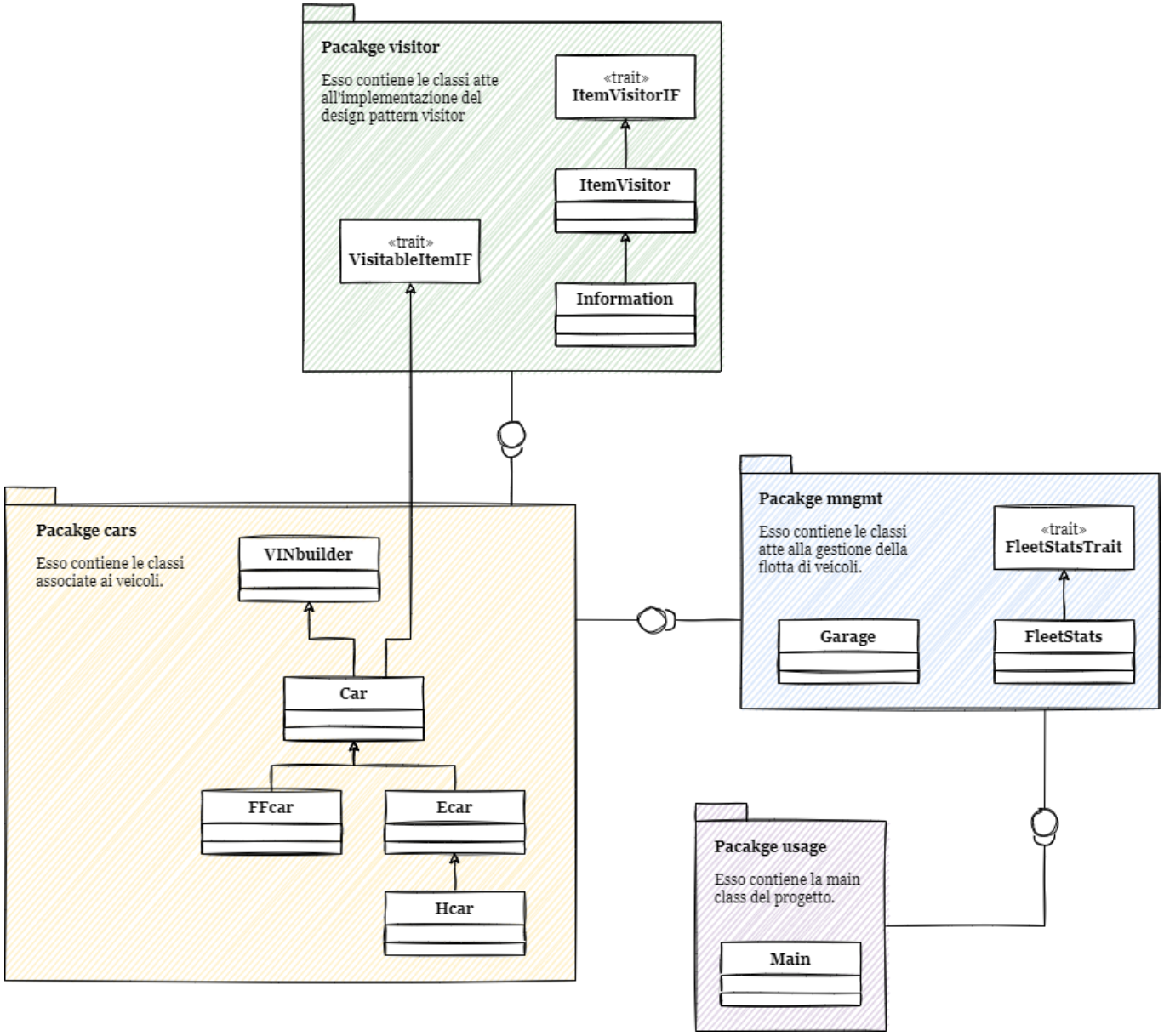
Le stampe a console vengono realizzate come combinazione dei metodi di stampa **`showInfo()`** e **`printResumee()`** della superclasse e delle sottoclassi. Ciò è reso possibile dalla gerarchia definita tra le classi **`Car`**, **`Ecar`**, **`FFcar`** ed **`Hcar`**, sfruttando l'overriding dei suddetti metodi nelle sottoclassi allo scopo di comporre l'output complessivo. La classe astratta **`Car`** fornisce l'implementazione del metodo **`showInfo()`** nelle sole componenti comuni a tutte le tipologie di auto, mentre ognuna aggiunge le informazioni proprie della specifica categoria di appartenenza del veicolo.

Da notare come in Scala sia possibile fornire implementazione di metodi anche nelle classi astratte, al contrario di Java.

Allegato II

L'allegato II fornisce una rappresentazione informale del package/class diagram associato al progetto Scala. Da notare come le interazioni tra i package e le funzionalità esposte ed utilizzate siano state rappresentate tramite *lollipop notation*.

Si mette inoltre in evidenza come la gerarchia delle classi sia pressoché invariata rispetto al progetto C++, se non per il fatto per cui in Scala non sia possibile avere ereditarietà multipla, per cui l'auto ibrida (**`Hcar`**) eredita direttamente e solamente dall'auto elettrica (**`Ecar`**). Si evidenzia inoltre come la classe astratta **`Car`** estenda la classe **`VINbuilder`** ed implementi l'interfaccia *Visitable* contemporaneamente.



Progetto SPARK

Progetto SPARK

Il progetto SPARK ha lo scopo di illustrare, tramite un banalissimo esempio, l'utilizzo dei costrutti di **`map()`** e **`reduce()`**, tipici del linguaggio Scala, in ambiente *Apache Spark*. Ho effettuato lo sviluppo su di un cluster installato localmente alla mia macchina, a cui ho conferito 8 Gb di RAM e 1 core.

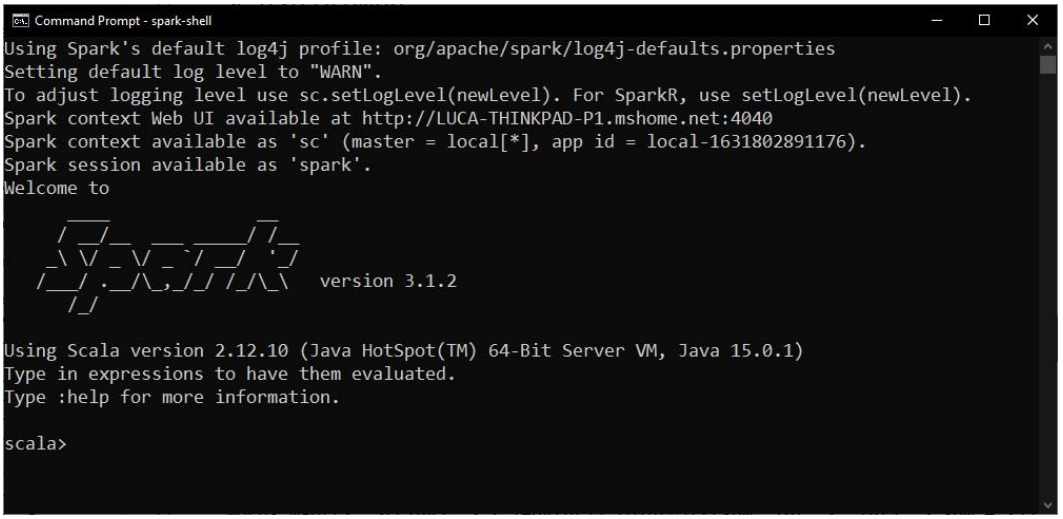
Il piccolo esempio qui illustrato ha lo scopo di analizzare un file di testo e fornire indicazione delle parole che ricorrono più frequentemente (presumibilmente il file di testo è associato ad un'opera letteraria).

1. Ambiente Spark

In seguito all'installazione dell'ambiente Spark (versione 3.1.2), è possibile accedere alla shell Spark da terminale tramite il seguente comando (previa corretta configurazione delle variabili d'ambiente):

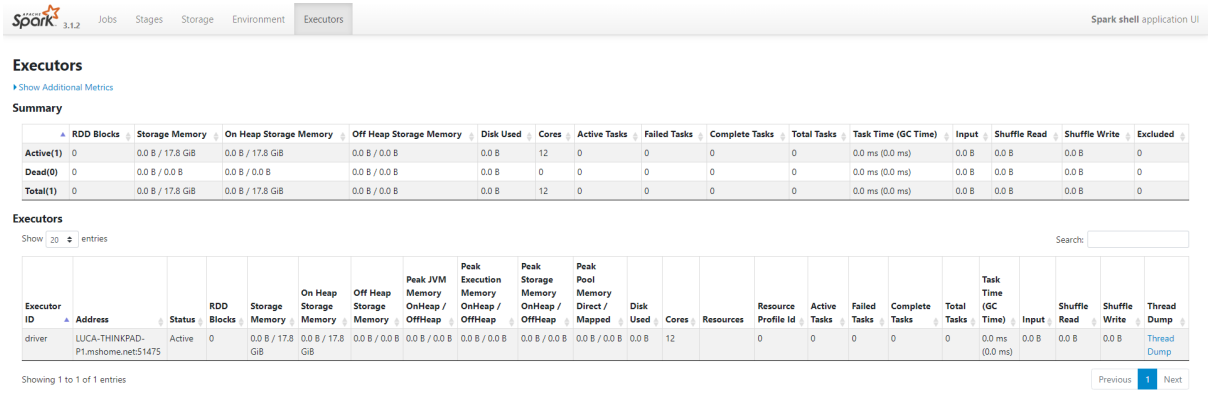
```
C:\Users\ghisl>spark-shell
```

Tramite la shell è possibile compilare direttamente codice Scala:



E' inoltre possibile visualizzare lo stato del cluster Spark tramite interfaccia grafica, sfruttando l'indirizzo **`http://localhost:4040/`**.

Ciò rende possibile analizzare statistiche sui tempi di esecuzione ed utilizzo delle risorse computazionali:



Si riporta ora un'overview delle funzionalità implementate e la specifica dei metodi utilizzati:

2. Configurazione dell'ambiente Spark

Funzione definita allo scopo di effettuare l'inizializzazione dell'ambiente Spark: restituisce un'istanza Spark nota come **`SparkContext`**

```
def configSpark(name: String, masterName: String) = {
    val conf = new SparkConf().setAppName(name).setMaster(masterName)

    new SparkContext(conf)
  }
```

3. Lettura del file

Funzione che ha lo scopo di effettuare l'acquisizione del file tramite url fornito come parametro ed effettuare il return di un **`RDD[String]`**, ovvero un *Resilient Distributed Dataset* di String, su cui effettuare la computazione. Esso rappresenta il contenuto del file di testo, visto come una sequenza di stringhe (ciascuna è una riga del file).

```
def readFile(sc: SparkContext, path: String) = {
    sc.textFile(path)
  }
```

4. Suddivisione in parole ed uso della flatMap()

La funzione definita a tale scopo ha l'obiettivo di prelevare un **`RDD[String]`** e ritornare un altro **`RDD[String]`** costituito dalle parole contenute nel file. Da notare come sia

stato utilizzato il costrutto **`flatMap()`**, del tutto simile al **`map()`**, se non per il fatto che non è necessario effettuare il **`flatten`** del contenuto dopo l'operazione di mapping.

```
def splitWords(file: RDD[String]) = {
    file.flatMap(line => line.split(" "))
  }
```

5. Conteggio delle parole

Il conteggio delle parole è stato effettuato prima attraverso un'operazione di mapping **`(x: String) => 1`** sulle parole e successivamente tramite un **`fold()`** atto ad effettuarne la somma complessiva.

```
 def countWords(words: RDD[String]) = {
    words.map((x: String) => 1).fold(0)(((sum: Int, x: Int) => sum + x))
  }
```

6. Conteggio dei caratteri

Del tutto simile al conteggio delle parole, il conteggio dei caratteri è stato effettuato implementando il mapping **`x: String) => x.length()`** e successivo **`fold()`**.

```
def countCharacters(words: RDD[String]) = {
    words.map((x: String) => x.length()).fold(0)(((sum: Int, x: Int) =>
sum + x))
  }
```

7. Individuazione delle 10 parole più ricorrenti

La funzione sfrutta i costrutti **`flatMap()`**, **`map()`** e **`reduceByKey()`**. Quest'ultima è molto simile ad una classica **`reduce()`**, se non per il fatto di effettuare la riduzione sul singolo campo chiave dell'**`RDD[Int, String]`**. Da notare come sia stato necessario effettuare lo **`swap()`** dei campi dell'**`RDD[String, Int]`** allo scopo di avere il conteggio delle occorrenze delle singole parole come campo chiave.

La funzione fornisce infine il *Resilient Distributed Dataset* contenente le 10 parole più frequenti con le relative occorrenze associate:

```
  def mostRecurringWords(words: RDD[String], sc: SparkContext) = {
```

```
    val wc = words.flatMap(l => l.split(" ")).map(word => (word,
1)).reduceByKey(_ + _)
    val wc_swap = wc.map(_.swap)
    val hifreq_words = wc_swap.sortByKey(false, 1)
    val top10rdd = sc.parallelize(hifreq_words.take(10))
    top10rdd.collect()
  }
```

8. Funzione di stampa a video

La funzione di stampa ha lo scopo di fornire a video una visualizzazione complessiva del risultato della computazione. Da notare come siano state fornite due versioni del medesimo programma: la prima effettua l'analisi di due opere (Divina Commedia e Pride and Prejudice), mentre la seconda richiede all'utente l'inserimento dell'url del file allo scopo di effettuarne l'analisi.

```
  def printWords(array: Array[(Int, String)], url: String) = {
    println("\n*** BOOK ANALYSIS ***\n\nURL: " + url + "\n\n** 10 Most
Recurring Words **\n")
    var i = 1;
    while (i < array.size) {
      println("\"" + array(i)._2 + "\"\trecurring " + array(i)._1 + "
times")
      i += 1
    }
  }
```

Si riporta un sample dell'output a video della computazione su cluster Spark della versione senza interazione con utente:

```
*** DIVINA COMMEDIA BY DANTE STATS ***
            #Parole: 102905
         #Caratteri: 429516
Most recurring word: "e" recurring 3613 times

*** PRIDE AND PREJUDICE BY JANE AUSTEN STATS ***
            #Parole: 197634
         #Caratteri: 577203
Most recurring word: "the" recurring 4218 times
```

e della versione con input dell'url da parte dell'utente:

```
*** BOOK ANALYSIS ***

URL: C:\Users\ghisl\Downloads\divinaCommedia.txt

** 10 Most Recurring Words **

"e"     recurring 3613 times
"che"   recurring 3535 times
"la"    recurring 2261 times
"di"    recurring 1823 times
"a"     recurring 1805 times
"non"   recurring 1338 times
"per"   recurring 1319 times
"in"    recurring 1071 times
"si"    recurring 1042 times

     Word count: 102905 words
Character count: 429516 characters
```

Analogamente per l'opera letteraria "Pride and Prejudice":

```
*** BOOK ANALYSIS ***

URL: C:\Users\ghisl\Downloads\prideAndPrejudice.txt

** 10 Most Recurring Words **

"the"   recurring 4218 times
"to"    recurring 4123 times
"of"    recurring 3666 times
"and"   recurring 3314 times
"a"     recurring 1944 times
"her"   recurring 1855 times
"in"    recurring 1816 times
"was"   recurring 1798 times
"I"     recurring 1724 times

     Word count: 197634 words
Character count: 577203 characters
```

Progetto ASMETA

Progetto ASMETA

Il progetto ASMETA prevede l'implementazione di una *Abstract State Machine* (ASM) in grado di simulare un semaforo.

Il semaforo è rappresentato da 3 colori:

- VERDE: permette il passaggio delle auto
- ARANCIONE: avvisa gli automobilisti dell'imminente arrivo del ROSSO
- ROSSO: impedisce il passaggio delle automobili

La durata associata a ciascuno dei 3 colori è stata definita sulla base del fatto che il colore VERDE ha generalmente una durata superiore rispetto al colore ROSSO ed il colore ARANCIONE presenta la durata minima, in particolare:

- VERDE: durata 20 secondi
- ARANCIONE: durata 5 secondi
- ROSSO: durata 10 secondi

All'avvio, il semaforo assume uno qualsiasi dei 3 colori; il colore assunto all'inizializzazione del semaforo non è infatti rilevante per il corretto funzionamento dello stesso. Ciò che conta davvero è l'avvicendamento dei colori durante il funzionamento, che deve avvenire secondo il seguente schema:

$$\ldots \rightarrow \textbf{VERDE} \rightarrow \textbf{ARANCIONE} \rightarrow \textbf{ROSSO} \rightarrow \textbf{VERDE} \rightarrow \ldots$$

Si riporta ora una breve descrizione delle componenti del file di specifica del semaforo, denominato `Stoplight.asm` e dello scenario *Avalla* con relativa simulazione.

1. Dichiarazione di domini e funzioni

Si riporta la dichiarazione dei domini e delle funzioni utilizzati nell'implementazione del semaforo.

```
signature:
      enum domain Colore = { VERDE | ARANCIONE | ROSSO }
      domain Seconds subsetof Integer

      dynamic controlled stoplightColor: Colore
      dynamic controlled time: Seconds
```

```
    dynamic controlled action : String

    derived f_colorDuration: Colore -> Seconds
    derived f_nextColor: Colore -> Colore
```

2. Definizione delle funzioni, delle regole, macro-regole e regola main

Si riporta la definizione delle funzioni, delle regole, della macro-regole e della regola main, principale per la ASM.

```
definitions:
    function f_colorDuration($colore in Colore) =
        if ($colore = VERDE) then 20
        else if ($colore = ARANCIONE) then 5
        else 10 endif endif

    function f_nextColor($coloreAttuale in Colore) =
        if ($coloreAttuale = VERDE) then ARANCIONE
        else if ($coloreAttuale = ARANCIONE) then ROSSO
        else VERDE endif endif

    rule r_cambioColore =
        par
            time := f_colorDuration( f_nextColor(stoplightColor) )
            stoplightColor := f_nextColor(stoplightColor)
            action := "change_next_color"
        endpar

    macro rule r_decrementaUnSecondo =
        if (time > 0) then
            par
                time := time - 1
                action := "decremento_unsecondo"
            endpar
        else r_cambioColore[]
        endif

    macro rule r_stoplightInitialize =
        par
        if (time = -1) then
            choose $colore in Colore with true do
            time := f_colorDuration($colore)
        endif
```

```
                r_decrementaUnSecondo[]
            endpar

      main rule r_Main = r_stoplightInitialize[]
```

3. Inizializzazione e valori di inizializzazione

All'avvio del semaforo, esso viene inizializzato scegliendo un qualsiasi colore tra i 3 disponibili. In particolare, il semaforo non attivo è identificabile notando che il tempo è impostato a -1.

```
default init initialize:
      function time = -1
```

4. Scenario ROAD_SCENARIO.avalla e output simulazione

Si riporta ora una breve descrizione dello scenario *Avalla* e di una porzione del risultato della sua simulazione.

```
//// starting scenario
scenario ROAD_SCENARIO
load Stoplight.asm
check time = -1;
check stoplightColor = undef;
step
check time = 20;
check stoplightColor = VERDE;
step
check time = 19;
check stoplightColor = VERDE;
step
check time = 18;
check stoplightColor = VERDE;
step
check time = 17;
check stoplightColor = VERDE;
step
check time = 16;
check stoplightColor = VERDE;
...
```

La simulazione ha esito positivo ed il suo output a console è il seguente:

```
path
C:/Users/ghisl/Documents/GitHub/1052975_progetti_modulo_programmazione/A
SMETA/specifiche/ROAD_SCENARIO.avalla
parsing file
C:\Users\ghisl\Documents\GitHub\1052975_progetti_modulo_programmazione\A
SMETA\specifiche\Stoplight.asm
file successfully parsed for asm Stoplight
parsing file
C:\Users\ghisl\AppData\Local\Temp\__tempAsmetaV1542155503383304380.asm
file successfully parsed for asm __tempAsmetaV1542155503383304380

** Simulation **

<Run>
<Transition>
check succeeded: time = -1
check succeeded: stoplightColor = undef
<UpdateSet - 0>
action=change_next_color
result=1
step__=1
stoplightColor=VERDE
time=20
</UpdateSet>
<State 1 (controlled)>
action=change_next_color
result=1
step__=1
stoplightColor=VERDE
time=20
</State 1 (controlled)>
clear monitored vars
</Transition>
<Transition>
check succeeded: time = 20
check succeeded: stoplightColor = VERDE
<UpdateSet - 1>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=2
time=19
</UpdateSet>
<State 2 (controlled)>
action=decremento_unsecondo
```

```
result=1
step__=2
stoplightColor=VERDE
time=19
</State 2 (controlled)>
clear monitored vars
</Transition>
<Transition>
check succeeded: time = 19
check succeeded: stoplightColor = VERDE
<UpdateSet - 2>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=3
time=18
</UpdateSet>
<State 3 (controlled)>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=3
stoplightColor=VERDE
time=18
</State 3 (controlled)>
clear monitored vars
</Transition>
<Transition>
check succeeded: time = 18
check succeeded: stoplightColor = VERDE
<UpdateSet - 3>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=4
time=17
</UpdateSet>
<State 4 (controlled)>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=4
stoplightColor=VERDE
time=17
</State 4 (controlled)>
clear monitored vars
</Transition>
<Transition>
check succeeded: time = 17
check succeeded: stoplightColor = VERDE
```

```
<UpdateSet - 4>
action=decremento_unsecondo
result=1
step__=5
time=16
```

5. Esempio di animazione AsmetaA

Si fornisce una screenshot del risultato dell'animazione del modello ASM su 10 step.