

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO LEVI-CIVITA"

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



Analisi e Implementazione di Algoritmi per problemi di Scheduling

Tesi di laurea triennale

Relatore

Prof. Luigi De Giovanni

Laureando

Beatrice Liberi

ANNO ACCADEMICO 2016-2017

Sommario

Il presente documento descrive il lavoro svolto durante il periodo di stage, della durata di trecento ore, presso l'azienda Trans-Cel Autotrasporti dalla laureanda Beatrice Liberi.

Lo scopo dello stage è stato lo studio di modelli per problemi di scheduling e implementazione di algoritmi euristici che restituiscano una soluzione ammissibile in tempi sufficientemente brevi per una pianificazione in tempo reale. Il progetto ha fornito a Trans-Cel Autotrasporti uno strumento che potrà essere integrato in software di pianificazione da essa sviluppati da applicare in diversi contesti per i quali sia necessaria la risoluzione di un problema di scheduling.

Gli obiettivi da raggiungere nel corso dello stage erano molteplici: in primo luogo era richiesto di assimilare i concetti di base dei problemi di scheduling, studiare la letteratura scientifica sui modelli e sugli algoritmi euristici più adatti per risolvere gli stessi; in secondo luogo era richiesto di definire formalmente con un modello matematico un problema di scheduling da risolvere, e progettare un algoritmo euristico per trovare una soluzione al problema; terzo ed ultimo obiettivo era l'implementazione dell'algoritmo euristico, integrandolo nelle librerie dell'azienda.

Indice

1	Introduzione	1
1.1	L'azienda	1
1.2	L'idea	1
1.3	Organizzazione del testo	2
2	Descrizione dello stage	3
2.1	Introduzione al progetto e contestualizzazione	3
2.2	Requisiti e obiettivi	3
2.3	Pianificazione	3
3	Definizione del problema	5
3.1	Problemi di scheduling	5
3.2	Scheduling nei casinò	5
3.3	Modello	5
4	Analisi dei requisiti	7
4.1	Casi d'uso	7
4.2	Tracciamento dei requisiti	8
5	Progettazione e codifica	11
5.1	Tecnologie e strumenti	11
5.2	Progettazione	11
5.3	Design Pattern utilizzati	11
5.4	Codifica	11
6	Verifica e validazione	13
6.1	Generazione degli input	13
6.2	Modello probabilistico	13
6.3	Progettazione	13
6.4	Esiti dei test	13
7	Conclusioni	15
7.1	Consuntivo finale	15
7.2	Raggiungimento degli obiettivi	15
7.3	Conoscenze acquisite	15
7.4	Valutazione personale	15
	Bibliografia	19

Elenco delle figure

4.1	Use Case - UC0: Scenario principale	7
-----	---	---

Elenco delle tabelle

4.1	Tabella del tracciamento dei requisiti funzionali	9
4.2	Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi	9
4.3	Tabella del tracciamento dei requisiti di vincolo	9

Capitolo 1

Introduzione

In questo capitolo vengono brevemente descritte l'azienda Trans-Cel Autotrasporti presso la quale la laureanda ha svolto lo stage e l'idea dalla quale è nata la necessità del progetto portato a termine durante lo stesso.

Viene inoltre presentata la suddivisione della tesi per capitoli e vengono introdotte alcune norme tipografiche che verranno utilizzate di seguito.

1.1 L'azienda

Trans-Cel Autotrasporti è un'azienda che si occupa di trasporti su gomma di merci per conto terzi su mezzi pesanti. Con una flotta di trenta camion che deve compiere carichi e scarichi in tutta l'Italia centro-settentrionale da coordinare in tempo reale, da qualche anno l'azienda ha cominciato a sviluppare, grazie ad un team di informatici e matematici, un sistema per il controllo della flotta e soprattutto per la pianificazione di viaggi, carichi e scarichi in modo da ottimizzare sia l'utilizzo dello spazio disponibile sui camion, sia i chilometri percorsi; il tutto vincolato ai tempi concordati di ritiro e consegna.

Trans-Cel Autotrasporti vede questo planning come il primo mattone di un sistema molto più grande che unirà diversi tipi di servizi utili per tutta la *supply chain*^[g], non solo nel campo dei trasporti.

1.2 L'idea

Uno degli ulteriori servizi che Trans-Cel Autotrasporti vuole sviluppare consiste in un software per la gestione della *schedulazione*^[g] (o *scheduling*) dei turni di lavoro.

I *problemi di scheduling*^[g] ricadono generalmente nella classe *NP-Hard*^[g] e risulta quindi particolarmente difficile trovare delle soluzioni ottime, e spesso anche solo soluzioni ammissibili. Inoltre, esistono diversi contesti in cui i turni devono poter essere proposti in tempi molto rapidi, ad esempio per adeguarsi a cambiamenti durante l'orizzonte di pianificazione. Uno degli utilizzi che Trans-Cel Autotrasporti potrebbe fare di questo software, nel particolare, può essere l'organizzazione delle squadre di meccanici.

Lo stage si pone dunque in questo contesto di progettazione di un framework per la risoluzione dei problemi di scheduling.

1.3 Organizzazione del testo

Il secondo capitolo descrive in dettaglio lo stage. Ne specifica il progetto da svolgere contestualizzandolo nella realtà aziendale, i requisiti richiesti, gli obiettivi da raggiungere e la pianificazione iniziale.

Il terzo capitolo approfondisce l'argomento dei problemi di scheduling e definisce nei dettagli il problema da risolvere durante lo stage.

Il quarto capitolo consiste nell'analisi dei requisiti svolta per il progetto, approfondita con diagrammi dei casi d'uso.

Il quinto capitolo presenta la progettazione svolta per il progetto, approfondita con diagrammi *UML*^[g], e ne descrive la fase di codifica.

Il sesto capitolo approfondisce la fase di verifica e validazione del progetto, specificando le modalità ed i risultati ottenuti.

Nel settimo capitolo riporta le conclusioni oggettive e soggettive a cui si è giunti per il progetto.

Riguardo la stesura del testo, relativamente al documento sono state adottate le seguenti convenzioni tipografiche:

- * gli acronimi, le abbreviazioni e i termini ambigui o di uso non comune menzionati vengono definiti nel glossario, situato alla fine del presente documento;
- * per la prima occorrenza dei termini riportati nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: *parola*^[g];
- * i termini in lingua straniera o facenti parti del gergo tecnico sono evidenziati in *italico*.

Capitolo 2

Descrizione dello stage

descrive in dettaglio lo stage. Ne specifica il progetto da svolgere contestualizzandolo nella realtà aziendale, i requisiti richiesti, gli obiettivi da raggiungere e la pianificazione iniziale.

2.1 Introduzione al progetto e contestualizzazione

Nel contesto del supply chain management in cui l'azienda opera, ha assunto una gran rilevanza l'organizzazione dei turni di singoli lavoratori o di squadre di lavoratori, in relazione alle competenze da loro possedute e richieste dai vari lavori da portare a compimento.

Il progetto di stage si prefiggeva l'obiettivo di estendere per la risoluzione dei problemi di scheduling il *framework*^[g] aziendale e scrivere un'applicazione che lo utilizzasse andando a risolvere un problema specifico. L'obiettivo finale è utilizzare il framework per lo scheduling delle squadre dei meccanici, tuttavia è stato deciso che, per cominciare a studiare i problemi di scheduling e la fattibilità di risolverli con metodi *euristici*^[g] e *meta-euristici*^[g], fosse opportuno cominciare da un problema più semplice: l'organizzazione dei turni nei casinò. L'organizzazione dei turni dei meccanici sarà il naturale proseguimento di questo progetto, e la complessità maggiore dovuta allo schedulazione di individui singoli inseriti in un gruppo anch'esso da schedulare sarà supportata dal framework di base, robusto e già testato, sviluppato all'interno del progetto di stage. Il problema della schedulazione dei turni all'interno dei casinò è stato scelto come problema di partenza in quanto comunque di interesse per l'azienda, che ha contatti con un manager de "The Hippodrome Casino" di Londra, il quale ha sottoposto il problema in quanto, al momento, lo scheduling viene fatto completamente a mano, dovendo tenere conto di numerosi vincoli e variabili.

Il framework aziendale da estendere è programmato in C++ ed offre una solida base per l'implementazione di algoritmi di ottimizzazione. Consiste di librerie per l'utilizzo di grafi, di algoritmi euristici di tipo *greedy*^[g] e di meta-euristiche, ad esempio *Tabu Search*^[g], che il l'estensione del framework andrà a sfruttare.

2.2 Requisiti e obiettivi

2.3 Pianificazione

Capitolo 3

Definizione del problema

approfondisce l'argomento dei problemi di scheduling e definisce nei dettagli il problema da risolvere durante lo stage.

3.1 Problemi di scheduling

3.2 Scheduling nei casinò

3.3 Modello

Capitolo 4

Analisi dei requisiti

consiste nell'analisi dei requisiti svolta per il progetto, approfondita con diagrammi dei casi d'uso.

4.1 Casi d'uso

Per lo studio dei casi di utilizzo del prodotto sono stati creati dei diagrammi. I diagrammi dei casi d'uso (in inglese *Use Case Diagram*) sono diagrammi di tipo [Unified Modeling Language \(UML\)](#) dedicati alla descrizione delle funzioni o servizi offerti da un sistema, così come sono percepiti e utilizzati dagli attori che interagiscono col sistema stesso. Essendo il progetto finalizzato alla creazione di un tool per l'automazione di un processo, le interazioni da parte dell'utilizzatore devono essere ovviamente ridotte allo stretto necessario. Per questo motivo i diagrammi d'uso risultano semplici e in numero ridotto.

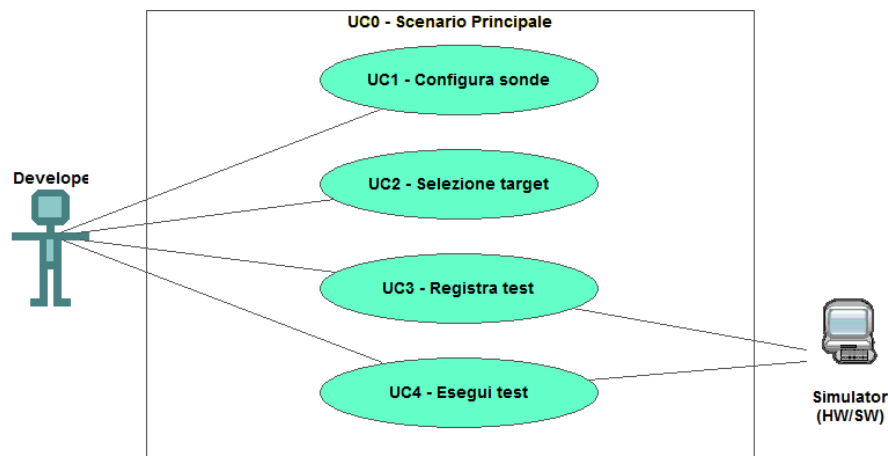


Figura 4.1: Use Case - UC0: Scenario principale

UC0: Scenario principale

Attori Principali: Sviluppatore applicativi.

Precondizioni: Lo sviluppatore è entrato nel plug-in di simulazione all'interno dell'I-DE.

Descrizione: La finestra di simulazione mette a disposizione i comandi per configurare, registrare o eseguire un test.

Postcondizioni: Il sistema è pronto per permettere una nuova interazione.

4.2 Tracciamento dei requisiti

Da un'attenta analisi dei requisiti e degli use case effettuata sul progetto è stata stilata la tabella che traccia i requisiti in rapporto agli use case.

Sono stati individuati diversi tipi di requisiti e si è quindi fatto utilizzo di un codice identificativo per distinguerli.

Il codice dei requisiti è così strutturato $R(F/Q/V)(N/D/O)$ dove:

R = requisito

F = funzionale

Q = qualitativo

V = di vincolo

N = obbligatorio (necessario)

D = desiderabile

Z = opzionale

Nelle tabelle 4.1, 4.2 e 4.3 sono riassunti i requisiti e il loro tracciamento con gli use case delineati in fase di analisi.

Tabella 4.1: Tabella del tracciamento dei requisiti funzionali

Requisito	Descrizione	Use Case
RFN-1	L'interfaccia permette di configurare il tipo di sonde del test	UC1

Tabella 4.2: Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi

Requisito	Descrizione	Use Case
RQD-1	Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi	-

Tabella 4.3: Tabella del tracciamento dei requisiti di vincolo

Requisito	Descrizione	Use Case
RVO-1	La libreria per l'esecuzione dei test automatici deve essere riutilizzabile	-

Capitolo 5

Progettazione e codifica

presenta la progettazione svolta per il progetto, approfondita con diagrammi UML^[g], e ne descrive la fase di codifica.

5.1 Tecnologie e strumenti

Di seguito viene data una panoramica delle tecnologie e strumenti utilizzati.

Tecnologia 1

Descrizione Tecnologia 1.

Tecnologia 2

Descrizione Tecnologia 2

5.2 Progettazione

Namespace 1

Descrizione namespace 1.

Classe 1: Descrizione classe 1

Classe 2: Descrizione classe 2

5.3 Design Pattern utilizzati

5.4 Codifica

Capitolo 6

Verifica e validazione

approfondisce la fase di verifica e validazione del progetto, specificando le modalità ed i risultati ottenuti.

6.1 Generazione degli input

6.2 Modello probabilistico

6.3 Progettazione

6.4 Esiti dei test

Capitolo 7

Conclusioni

riporta le conclusioni oggettive e soggettive a cui si è giunti per il progetto.

7.1 Consuntivo finale

7.2 Raggiungimento degli obiettivi

7.3 Conoscenze acquisite

7.4 Valutazione personale

Bibliografia