

ALMA MATER STUDIORUM · UNIVERSITÀ DI
BOLOGNA

SCUOLA DI SCIENZE
Corso di Laurea in Matematica

Analisi combinatoria dei parchi d'attrazioni

Tesi di Laurea in Matematica

Relatore:
Prof.
Massimo Ferri

Presentata da:
Sonia Solaroli

II Sessione
Anno Accademico 2012-2013

*We keep moving forward, opening new doors, and doing new things, because
we're curious and curiosity keeps leading us down new paths.*

Walt Disney

Indice

Introduzione	i
1 Teoria dei grafi	1
1.1 Definizioni preliminari	1
1.2 Problema di cammino minimo	3
1.2.1 Algoritmo di Dijkstra	4
2 Parchi d'attrazione	5
2.1 Breve storia	5
2.2 Disneyland Paris	6
2.3 Walt Disney Studios	6
2.4 Europa Park	7
2.5 Alton Towers	8
3 Analisi combinatoria dei parchi d'attrazione	11
3.1 Grafi dei parchi	11
3.2 Altre possibili analisi	14
4 Sperimentazione	15
4.1 Ricerca del centro	15
4.2 Caso Europa Park	18
Conclusioni	21
Appendici	23
Bibliografia	27
Ringraziamenti	29

Introduzione

Da oltre mezzo secolo i parchi di divertimento sono strutture complesse e altamente organizzate, entro cui si muovono migliaia di persone quotidianamente; in cui l'elettrificazione, la manutenzione, la sicurezza (sia come *safety* sia come *security*) non possono essere lasciate all'improvvisazione.

Fra i diversi modelli matematici con cui è possibile rappresentare un parco di divertimenti i grafi si adattano bene a rappresentare l'organizzazione "geografica" delle attrazioni e dei sentieri che le collegano. Fortunatamente la teoria dei grafi si presta anche molto bene all'impostazione e risoluzione dei problemi di ottimizzazione, fornendo quindi uno strumento privilegiato per miglioramenti strutturali nella direzione sia del risparmio economico, sia della fruizione ottimale delle strutture.

In questa tesi ho analizzato un aspetto particolare dei grafi associati a quattro parchi d'attrazione: le distanze reciproche tra attrazioni e in particolare la collocazione dei "centri", cioè di vertici del grafo per cui la massima distanza da altri vertici sia minima. I calcoli sono stati eseguiti adattando un'implementazione esistente in Matlab dell'algoritmo di Dijkstra, utilizzando in ingresso le matrici di adiacenza dei grafi.

Dopo un capitolo dedicato ai richiami essenziali di teoria dei grafi, il capitolo due traccia una breve storia dei parchi d'attrazione concentrandosi sui quattro che sono l'oggetto di questo studio. Il terzo capitolo, fulcro teorico della tesi, descrive la sperimentazione riportata nel capitolo quattro.

Capitolo 1

Teoria dei grafi

1.1 Definizioni preliminari

Definizione 1.1. (Grafo). Un *grafo* G è una terna ordinata $(E(G), V(G), \psi_G)$ formata da un insieme $E(G)$ di lati, un insieme $V(G)$ di vertici (chiamati anche nodi o punti) e una relazione d'incidenza ψ_G , che associa ad ogni lato di G una coppia non ordinata di vertici di G .

Se e è un lato e u e v sono due vertici tali che $\psi_G(e) = uv$ diremo che e è incidente ai vertici u e v .

Definizione 1.2. (Grafo semplice) Un grafo è detto *semplice* se non ha cappi (lati che partono e finiscono nello stesso vertice) o più di un lato che unisce la stessa coppia di vertici.

Definizione 1.3. (Sottografo). Un grafo H è un *sottografo* di G se $V(H) \subseteq V(G)$, $E(H) \subseteq E(G)$ e ψ_H è la restrizione di ψ_G a $E(H)$.

Definizione 1.4. (Grafo semplice sottostante). Un *grafo semplice sottostante* ad un grafo G , è un sottografo ottenuto eliminando i cappi e i lati multipli da G .

È spesso utile visualizzare graficamente un grafo mediante un disegno; rappresentando i vertici come punti e i lati come segmenti o curve che uniscono i vertici:

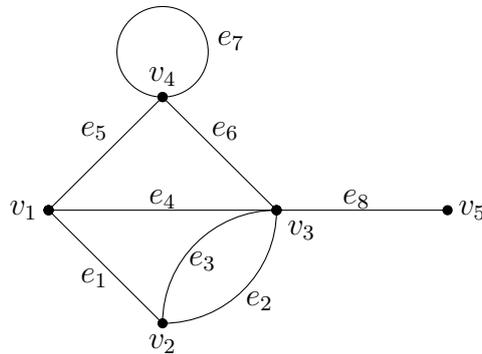


Figura 1.1: Esempio di grafo

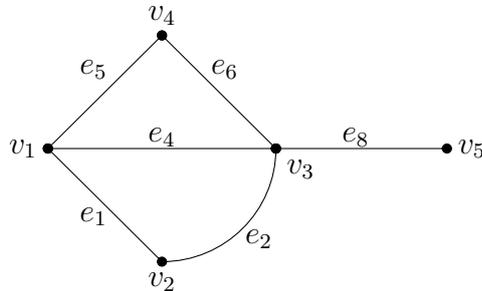


Figura 1.2: Grafo semplice sottostante

È bene non confondere mai un grafo con il suo disegno, dal momento che la collocazione sul piano dei vertici del grafo è del tutto arbitraria, come lo è il disegno dei lati; per cui uno stesso grafo può essere rappresentato in modi molto diversi tra loro.

Definizione 1.5. (Grafo pesato). Se ad ogni lato e di G associamo un numero reale $w(e)$ (anche denotato con $w(uv)$ se $\psi_G(e) = uv$) chiamato peso, diremo che G , insieme ai pesi dei suoi lati, è un *grafo pesato*.

I grafi pesati sono spesso usati nelle applicazioni della teoria dei grafi; ad esempio possiamo considerare un grafo che rappresenti le relazioni personali in cui i pesi indicano l'intensità dell'amicizia tra due persone, oppure una rete ferroviaria dove i pesi rappresentano la distanza tra due città.

Osservazione 1. In questo elaborato non è restrittivo considerare solo grafi semplici in quanto, per l'algoritmo che analizzeremo è ininfluente scegliere, nel caso ci fossero lati multipli, quello con peso minore. Quindi consideriamo come grafi dei parchi d'attrazione i grafi semplici sottostanti.

È bene notare che in altre analisi questa semplificazione non è possibile, in quanto porterebbe alla perdita di dati importanti.

Definizione 1.6. (Matrice d'adiacenza). Ad ogni grafo G può essere associata una *matrice d'adiacenza*, cioè una matrice quadrata $M(G)$ di ordine $n = |V(G)|$, definita ponendo $M(G) = (m_{ij})$, in cui $m_{ij} = \begin{cases} 1 & \text{se } v_i v_j \in \psi_G(E(G)) \\ 0 & \text{altrimenti} \end{cases}$

Osservazione 2. Se il grafo è pesato si può modificare la matrice di adiacenza in modo da tener traccia dei pesi associati ai lati; basta porre $m_{ij} = w(v_i v_j)$

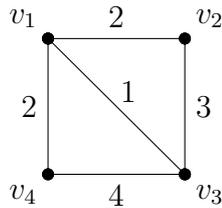


Figura 1.3: Esempio di grafo pesato e matrice d'adiacenza associata

$$M(G) = \begin{pmatrix} 0 & 2 & 1 & 2 \\ 2 & 0 & 3 & 0 \\ 1 & 3 & 0 & 4 \\ 2 & 0 & 4 & 0 \end{pmatrix}$$

Osservazione 3. Si usano i simboli $\nu(G)$ e $\epsilon(G)$ per denotare il numero di vertici e di lati del grafo G .

Definizione 1.7. (Cammino). Un *cammino* è una successione finita non nulla $W = v_0 e_1 v_1 \dots e_k v_k$, in cui si alternano vertici e lati, tali che per $1 \leq i \leq k$ gli estremi di e_i sono v_{i-1} e v_i , e in cui tutti i vertici sono distinti. In questo caso diremo che W è un cammino da v_0 a v_k .

Osservazione 4. Dato che i grafi considerati sono semplici è possibile definire un cammino elencando i vertici nell'ordine preso; ad esempio il cammino $W = v_0 e_1 v_1 \dots e_k v_k$ può essere indicato: $v_0 v_1 \dots v_k$.

1.2 Problema di cammino minimo

Molti problemi di ottimizzazione equivalgono a trovare, in un grafo pesato, un sottografo con certi pesi. Qui tratteremo il *problema di cammino minimo*, cioè trovare la strada più corta da un punto di partenza a un punto di arrivo. Ad esempio determinare la strada più breve tra due città data una rete di comunicazione; oppure nel campo della progettazione urbana ci si pone il problema di dove costruire strade nuove o autostrade per migliorare il traffico cittadino. [2, pp.9-21]

Definizione 1.8. (Distanza). La *distanza* $d_G(u, v)$ tra due vertici u e $v \in V(G)$ di un grafo G è la lunghezza del cammino più breve che collega u e v .

Definizione 1.9. (Centro). Un vertice è un *centro* del grafo G se la sua massima distanza dagli altri vertici del grafo è minima. Naturalmente, in generale, in un grafo il centro non è unico.

1.2.1 Algoritmo di Dijkstra

Fissato un vertice u_0 nel grafo G voglio trovare il cammino minimo da u_0 ad ogni altro vertice del grafo.

Definisco $S_i = \{u_0, u_1, \dots, u_i\}$ e $\bar{S}_i = V(G) \setminus S_i$.

L'idea dell'algoritmo è che costruisco ricorsivamente gli insiemi S_i in cui $S_0 = \{u_0\}$ e rinomino i vertici in modo che sia $S_i = \{u_0, u_1, \dots, u_i\}$, poi scelgo un vertice, che rinomino u_{i+1} ; in modo tale che alla fine di ogni passaggio i , conosco i cammini più corti da u_0 ad ogni vertice di S_i . [1, pp.15-20]

Algoritmo:

1. Definisco $l(u_0) = 0$, $l(v) = \infty$ per $v \neq u_0$, $S_0 = \{u_0\}$ e $i = 0$.
2. $\forall v \in \bar{S}_i$ sostituisco $l(v)$ con $\min \{l(v), l(u_i) + w(u_i v)\}$.
Calcolo $\min_{v \in \bar{S}_i} \{l(v)\}$ e scelgo u_{i+1} che abbia questa distanza minima.
Aggiorno $S_{i+1} = S_i \cup \{u_{i+1}\}$.
3. Se $i = \nu - 1$ l'algoritmo è finito. Se $i < \nu - 1$ sostituisco i con $i + 1$ e riparto dal punto 2.

Quando l'algoritmo finisce, la distanza tra u_0 e u_n è data da $l(u_n)$. Il sottografo T generato dai lati $u_1 \dots u_{i+1}$ è un albero massimale di G ; il cammino minimo da u_0 ad un dato u_k è l'unico cammino che li congiunge in T .

Osservazione 5. La complessità computazionale di un algoritmo può essere misurata come tempo necessario all'esecuzione dell'algoritmo su un computer di architettura tradizionale. L'algoritmo di Dijkstra ha un costo computazionale di $O(n^2)$.

Capitolo 2

Parchi d'attrazione

«Ho sempre cercato di immaginare un posto dove portare le mie due figlie nei pomeriggi del sabato e della domenica, un posto dove però potessi divertirmi anch'io!»

Walt E. Disney.

2.1 Breve storia

Il concetto di parco d'attrazione (o parco divertimenti), come oggi viene inteso, nasce negli Stati Uniti negli anni cinquanta con la nascita di Disneyland California; l'idea di base è realizzare un mondo in cui il visitatore può estraniarsi dalla realtà e vivere per qualche ora in un mondo fantastico.

Prima di Disneyland c'erano alcuni luna park, come Coney Island a New York, in cui si potevano provare attrazioni in legno non molto differenti da quelle che si possono trovare oggi nei grandi parchi tematici, ma non ricreavano quell'atmosfera e quella magia che caratterizza invece i parchi odierni. A seguito dell'idea geniale di Walt, negli Stati Uniti si arriva ad intuire che il parco divertimenti non è indirizzato solo ai bambini, ma anche ad adolescenti e adulti desiderosi di provare emozioni forti.

A partire dagli anni Settanta nacquero le prime catene come Six Flags e Cedar Fair, che costruirono i primi parchi concepiti essenzialmente per un pubblico più adulto, dando il via alla sfida per l'attrazione più emozionante. Per catturare l'attenzione del popolo europeo si arriva alla seconda metà degli anni ottanta con la nascita del parco tematico Parc Asterix a Parigi. Negli anni Novanta l'Europa è pronta per ospitare i primi parchi divertimenti: Disneyland Paris 1992, Mirabilandia 1992, Port Aventura (Barcellona) 1994...

2.2 Disneyland Paris



Figura 2.1: Castello Disneyland Paris

In Europa sono presenti solo due parchi della Walt Disney Company, entrambi a Marne-la-Vallée vicino a Parigi.

Disneyland Paris è stato inaugurato il 12 aprile 1992; progettato dall'Euro Disney S.C.A., è stato creato dal nulla, costruendo fognature, acquedotti, allacciamenti elettrici, hotel e una linea della RER che lo collega al centro di Parigi, in un'area totale di 22km^2 ; dà lavoro a 14.500 persone.

Fu Walt stesso che ideò e disegnò il primo parco in California (poi riprodotto nel resto del mondo ricalcando l'originale) con l'idea di far passare gli ospiti appena entrati nella Main Street, una fedele riproduzione della cittadina americana del Missouri in cui è cresciuto, per poi arrivare davanti al castello, che rappresenta il centro del parco dai cui si diramano le aree tematiche con le varie attrazioni.

Costruendo il parco in questo modo si vuole "indirizzare" l'ospite a visitare il parco come se fosse all'interno di un film, vivendo l'avventura da protagonista invece che da semplice spettatore. [5]

2.3 Walt Disney Studios

Era tradizione che la Walt Disney Feature Animation disponesse di uno studio d'animazione in ognuno dei complessi Disney nel mondo, e questo studio,



Figura 2.2: Ingresso Studios

nel Resort di Parigi, giaceva proprio dove adesso c'è il parco.

Dopo aver lavorato ad opere come *La Sirenetta*, *Il Re Leone* e *Pocahontas* la Feature Animation fu decimata e il parco fu costruito sulle fondamenta dello studio d'animazione.

È il secondo parco parigino, e alla data di apertura, 16 marzo 2002, era il decimo parco Disney nel mondo.

Il tema del parco è sostanzialmente quello di uno studio cinematografico, con spettacoli e attrazioni che portano l'ospite a conoscere il "dietro le quinte" dei film d'animazione della Disney.

Walt Disney Studios è il più piccolo tra i parchi Disney e inizialmente è stato criticato a causa della mancanza di attrazioni originali e della scarsa attenzione ai dettagli nelle aree tematiche; si è però ripreso egregiamente negli ultimi anni con l'apertura di nuove aree e attrazioni come la *Tower of Terror* nel 2007, *Toy Story Playland* nel 2010 e la nuova area dedicata a *Ratatouille* che aprirà nel 2014.

2.4 Europa Park

In mezzo alla Foresta Nera, vicino a Friburgo, sorge dal 1975 Europa Park. Aperto dalla famiglia Mack, proprietaria della Mack Rides, una delle maggiori produttrici di attrazioni mondiali, come vetrina per le proprie novità nel campo delle rides.

Col passare degli anni, la passione della famiglia ha portato a crescita ed espansione, ricevendo sempre più apprezzamento dal pubblico europeo, tanto da renderlo l'unico parco del vecchio continente competitivo con il colosso della Disney.



Figura 2.3: Vista Europa Park

Il parco occupa una superficie di quasi un chilometro quadrato e si sviluppa in 17 grandi aree tematiche suddivise per nazioni europee; riesce a soddisfare tutti i tipi di pubblico grazie a due aree dedicate interamente ai bambini, molte attrazioni familiari, spettacoli e ben 7 roller coaster tra i migliori d'Europa.

2.5 Alton Towers



Figura 2.4: Castello Alton Towers

Il più grande parco d'attrazioni inglese sorge a nord del villaggio di Alton nello Staffordshire, tra Birmingham e Manchester; è situato all'interno del giardino di un castello in stile gotico. Aperto nel 1980 come parco tematico, già nell'800 come parco del castello, è di proprietà della Merlin Entertainments, la società proprietaria, tra gli altri, di Gardaland, Heide Park (Germania), Thorpe Park (Inghilterra).

A differenza di Disneyland o Europa Park, che nel tempo si sono evoluti in parchi molto tematizzati, Alton Towers ha preferito investire sulla meccanica delle proprie attrazioni, installando spesso dei prototipi di roller coaster e

seguendo così il modello statunitense dei parchi Six Flags.

Nonostante occupi un'area di 2 km quadrati, la vicinanza del castello impone dei vincoli architettonici e paesaggistici che impediscono la costruzione di strutture troppo alte che riescano ad avvicinarsi ai record dei coaster europei.

Capitolo 3

Analisi combinatoria dei parchi d'attrazione

Nel prossimo capitolo analizzeremo i grafi dei quattro parchi presentati nel capitolo 2 per trovarne i centri e capire se questo “vertice privilegiato” ha motivo di essere lì, cioè è veramente al centro del parco oppure è spostato a causa dell’espansione “casuale” del parco.

Ricordando che un vertice è un centro del grafo se la sua massima distanza dagli altri vertici è minima, è facile intuire come questa ricerca verrà fatta utilizzando l’algoritmo di Dijkstra (Cap. 1.2.1).

È stato implementato in Matlab questo algoritmo, in modo da calcolare tutte le distanze da ogni vertice e annotando per ogni vertice la distanza massima da esso. In questo modo, dando in input la matrice associata a un parco si hanno in output i centri del grafo.

3.1 Grafi dei parchi

Un grafo viene associato a un parco nel seguente modo: per ogni attrazione, negozio o punto d’interesse del parco c’è un vertice, mentre per ogni strada c’è un lato; inoltre in base alle dimensioni del parco si associano i pesi che rappresentano le distanze.

Si ottiene così un grafo con n vertici e una matrice d’adiacenza quadrata (n, n) .

Nel capitolo 4 vedremo i grafi ottenuti dalle mappe dei parchi:

1. **Disneyland Paris:** figura 3.1
2. **Walt Disney Studios:** figura 3.2



Figura 3.1: Disneyland



Figura 3.2: Walt Disney Studios

3. Europa Park: figura 3.3



Figura 3.3: Europa Park

4. Alton Towers: figura 3.4



Figura 3.4: Alton Towers

3.2 Altre possibili analisi

A causa della brevità di questo elaborato non si riescono ad analizzare altri aspetti interessanti della teoria dei grafi applicata ai parchi d'attrazione. Vogliamo comunque accennare a possibili temi di studio successivo:

- Riguardanti la teoria dei grafi:

Connettività cioè il numero minimo di vertici che, se eliminati, disconnettono un grafo.

Se studiata può servire a capire i problemi che potrebbe avere la viabilità di un parco con la chiusura di qualche attrazione o sentiero.

Ciclo di Hamilton cioè un cammino chiuso che contiene tutti i vertici del grafo e ha l'origine e i vertici interni distinti.

Possono essere cercati in un parco per migliorare la viabilità e l'ottimizzazione delle visite.

Covering cioè un sottoinsieme di vertici del grafo tale che ogni lato del grafo ha almeno un vertice nel sottoinsieme.

Può essere un modo per trovare i punti del parco ideali in cui posizionare la sicurezza, o pianificare il percorso di una guardia notturna.

- Studi e ricerche esterne:

Small World Networks è una branca della teoria dei grafi che generalizza ed esplora le caratteristiche di insieme che hanno reti connesse di elementi. Si ha una Small World Networks quando coesistono cluster (agglomerati) di nodi strettamente connessi tra loro e una bassa lunghezza media dei cammini. È interessante applicarla ai parchi perché la presenza di questa rete implica la possibilità di passare da un punto della rete a un qualsiasi altro con un numero ridotto di passi.

Mass User Support è un nuovo tipo di intelligenza artificiale che ha lo scopo di sviluppare un meccanismo sociale per aumentare il benessere comune senza ridurre il profitto individuale.

In uno studio giapponese [3, pp.48-69] è stata applicata ai parchi divertimento per sviluppare un algoritmo che coordina il comportamento dei visitatori riducendo la congestione del parco e aumentando la soddisfazione individuale [4, pp.70-84].

Capitolo 4

Sperimentazione

4.1 Ricerca del centro

Partendo da uno scheletro dell'algoritmo di Dijkstra per Matlab trovato online, ho implementato il codice (si veda l'Appendice 4.1) in modo da inserire in input la matrice associata al parco e avere in output il numero del vertice (o i numeri dei vertici se il grafo presenta più centri) corrispondente al centro del grafo.

In questo modo ho trovato i centri dei quattro parchi presentati nel capitolo 2:

	Vertici
Disneyland	4, 19, 29, 40
Walt Disney Studios	10
Europa Park	28, 29
Alton Towers	33

Tabella 4.1: Centro dei grafi

Disneyland Paris

Come si può vedere dal grafo (Figura 4.1), l'algoritmo ha trovato 4 centri attorno al castello in fondo alla Main Street, ovvero in quello che è stato ideato da Walt in persona, come fulcro del parco, visibile da ogni suo angolo.

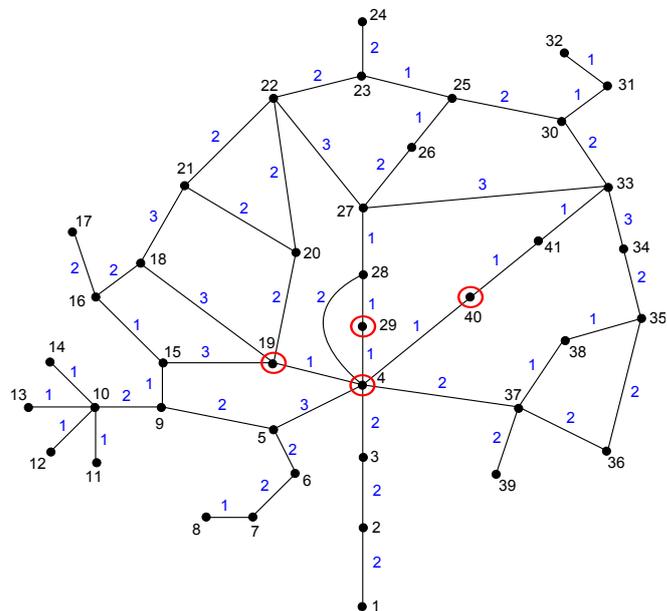


Figura 4.1: Disneyland

Walt Disney Studios

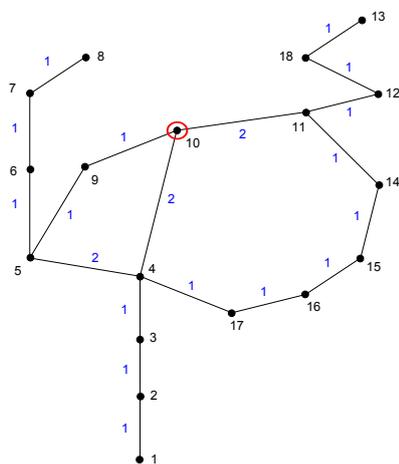


Figura 4.2: Walt Disney Studios

Questo parco ha un unico centro ed è esattamente in mezzo al parco grazie alla pianificazione e alla progettazione, fin nei minimi dettagli, tipica della Disney.

Europa Park

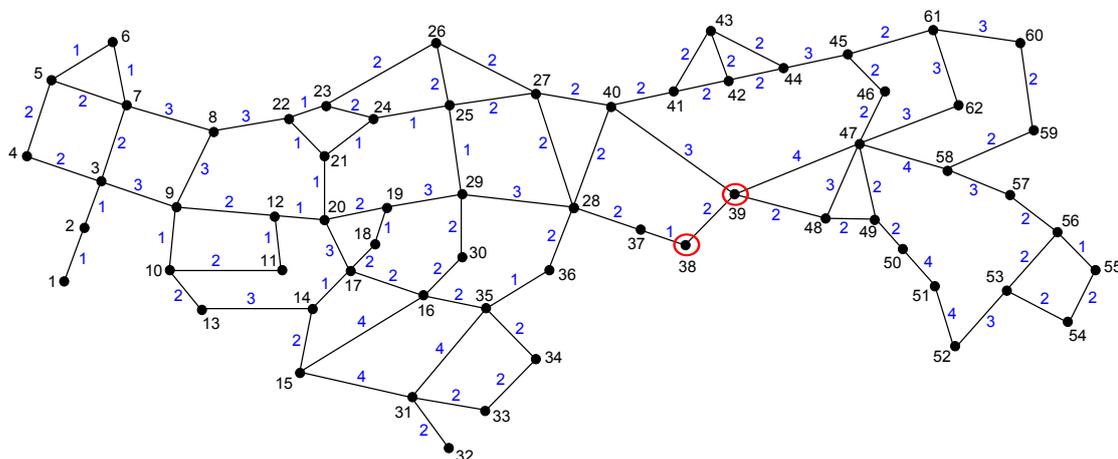


Figura 4.3: Europa Park

Ha 2 centri, entrambi spostati verso la fine de parco; probabilmente a causa del lento sviluppo avvenuto anno dopo anno, mirato a migliorare le attrazioni e la viabilità.

Alton Towers

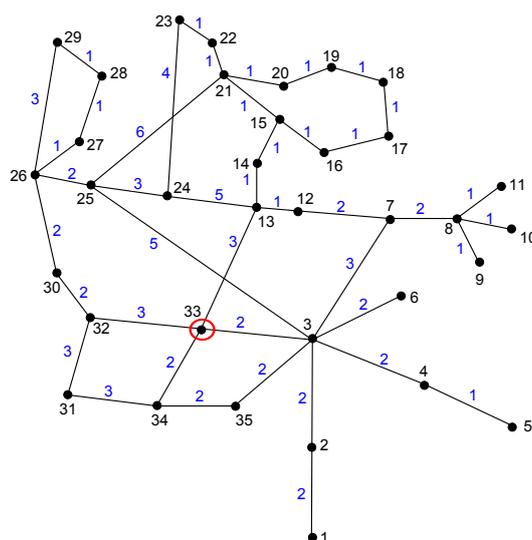


Figura 4.4: Alton Towers

Questo parco (Figura 4.4), essendo cresciuto attorno a un castello e i suoi giardini, non ha potuto avere una pianificazione globale per l'espansione e l'ottimizzazione della viabilità; questo si rispecchia nel centro del grafo spostato verso l'ingresso.

4.2 Caso Europa Park

Guardando i risultati ottenuti nella ricerca del centro per Europa Park, e tenendo conto della disposizione del parco (Figura 4.3), è interessante cercare i centri anche per i due sottografi ottenuti “dividendo” idealmente il parco lungo il lato 27 28.

Abbiamo quindi ottenuto i centri:

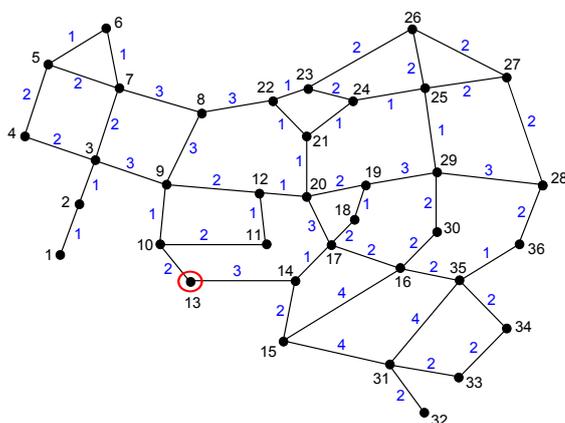


Figura 4.5: Primo sottografo

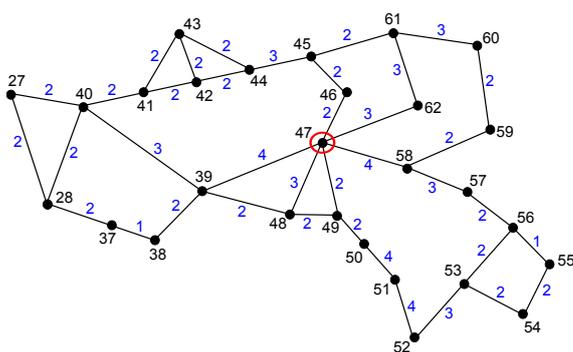


Figura 4.6: Secondo sottografo

Come si può notare, nella prima parte di parco (Figura 4.5) il centro è ancora “casuale”, cioè spostato verso l'ingresso.

Nel secondo grafo (Figura 4.6) il centro è esattamente il fulcro della viabilità. Questa parte è quella verso cui si sta espandendo il parco negli ultimi anni, è quindi logico pensare che ci sia una più attenta ottimizzazione della viabilità e delle attrazioni.

Conclusioni

In questa tesi ho eseguito una prima analisi combinatoria, tra le tanti possibili, di quattro grandi parchi divertimento con tipologie e strutture abbastanza differenziate. La ricerca del centro (nel senso della teoria dei grafi) dei parchi stessi ha rivelato in certi casi una collocazione intenzionale, frutto di una pianificazione ben organizzata fin dall'inizio, mentre in altri casi ha mostrato una collocazione non ottimale dovuta all'evoluzione nel tempo del parco stesso.

Questo primo approccio, insieme a pochi analoghi spunti trovati in letteratura, sembra promettente per analisi combinatorie più approfondite di queste interessantissime strutture.

Appendici

Esempio di **matrice d'adicenza** di un parco, questo è Walt Disney Studios:
(matrice simmetrica 18x18)

$$\begin{pmatrix} 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 2 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 2 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 1 & 1 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 & 0 \end{pmatrix}$$

Questa è la funzione principale per l'**algoritmo di Dijkstra** in Matlab:

Listing 4.1: Algoritmo Dijkstra.

```

function [e L] = dijkstra(A,s,d)

if s==d
    e=0;
    L=[s];
else
A = setupgraph(A,inf,1);
if d==1
    d=s;
end
A=exchangenode(A,1,s);
lengthA=size(A,1);
W=zeros(lengthA);
for i=2 : lengthA
    W(1,i)=i;
    W(2,i)=A(1,i);
end
for i=1 : lengthA
    D(i,1)=A(1,i);
    D(i,2)=i;
end
D2=D(2:length(D),:);
L=2;
while L<=(size(W,1)-1)
    L=L+1;
    D2=sortrows(D2,1);
    k=D2(1,2);
    W(L,1)=k;
    D2(1,:)=[];
    for i=1 : size(D2,1)
        if D(D2(i,2),1) > (D(k,1)+A(k,D2(i,2)))
            D(D2(i,2),1) = D(k,1)+A(k,D2(i,2));
            D2(i,1) = D(D2(i,2),1);
        end
    end
end
for i=2 : length(A)
    W(L,i)=D(i,1);

```

```
    end
end
if d==s
    L=[1];
else
    L=[d];
end
e=W(size(W,1),d);
L = listdijkstra(L,W,s,d);
end
```


Bibliografia

- [1] J.A. Bondy and U.S.R. Murty, *Graph Theory with Applications*, New York, Elsevier Science Publishing Co., 1976.
- [2] P. Gritzmann and R. Brandenberg, *Alla ricerca della via più breve. Un'avventura matematica*, Milano, Springer, 2009.
- [3] H. Kawamura, K. Kurumatani and A. Ohuchi, “Modeling of Theme Park Problem with Multiagent for Mass User Support”, in J.G. Carbonell and J. Siekmann, *Multi-Agent for Mass User Support*, Tokyo, Springer, 2003.
- [4] H. Kawamura, K. Kurumatani and A. Ohuchi, “Story-Based Planning in Theme Park”, in J.G. Carbonell and J. Siekmann, *Multi-Agent for Mass User Support*, Tokyo, Springer, 2003.
- [5] G. Nader, *Storia della Disney*, Bologna, Odoya srl., 2010.

Ringraziamenti

Contrariamente a quanto succede di solito per i laureandi, la stesura della tesi per me è stato un periodo fantastico; anche grazie all'argomento trattato, ma soprattutto perché doverla scrivere significa essere arrivati a un traguardo importante, un traguardo che solo 6 mesi fa pensavo inarrivabile.

Credo che la prima persona a convincermi ad affrontare tutto questo sia stata Alessia (che adesso mi chiede come ho fatto, ma è "colpa" sua), senza saperlo è stata una parte importante nella mia decisione di continuare gli studi e mi ha aiutato a gestire tutti gli impegni degli ultimi mesi; senza i suoi appunti non riuscirei ad affrontare la prossima Sfida.

L'altra parte di colpa va a due prof. un po' folli ma speciali, Errani e Ghetti, senza di loro non avrei neanche iniziato l'università.

Un immenso grazie va alle persone che mi hanno aiutato nei momenti di tensione causati da esami e tesi; Gloria, Silvia e Diego hanno cercato in tutti i modi di farmi pesare meno il lavoro e lo stress. Grazie ad Andrea, che mi ha sopportato in ogni momento, restandomi vicino anche durante i periodi di studio impossibile.

Non riuscirò mai a ringraziare abbastanza la mia famiglia, per avermi sostenuto e avermi permesso di studiare nel modo migliore possibile.

Infine vorrei ringraziare il mio relatore per aver assecondato questa mia folle passione per i parchi.

