Indice

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

1 Modelli e algoritmi di assegnazione **7**
1.1 Sistema di trasporto 7
1.1.1 Definizione 7
1.1.2 Circolazione a flusso ininterrotto e interotto 7
1.1.3 Modelli matematici dei sistemi di trasporto 9
1.2 Modelli di offerta 9
1.2.1 Grafo di una rete di trasporto 9
1.2.2 Rete di trasporto 12
1.2.3 Costi e flussi di archi e percorsi 13
1.2.4 Costo di un arco 14
1.2.5 Funzioni di costo 14
1.3 Modelli di domanda 16
1.3.1 Domanda di trasporto 16
1.3.2 Modello a quattro stadi 17
1.3.3 Modello di generazione 18
1.3.4 Modello di distribuzione 18
1.3.5 Modello di scelta modale 19
1.3.6 Modello di scelta del percorso 19
1.4 Modelli di assegnazione 20
1.5 Insieme delle soluzioni ammissibili (ISA) 22
1.6 Modelli di assegnazione a costo costante (DNL) 22
1.6.1 Itinerario di minimo costo 23
1.6.2 Teorema di Bellman 23
1.6.3 Algoritmo di Dijkstra e di L-Deque 24
1.6.4 Assegnazione Tutto-o-Niente 25
1.7 Modelli di assegnazione di equilibrio (DUE) 25
1.7.1 Primo principio di Wardrop 25
1.7.2 Disuguaglianza variazionale 26
1.7.3 Algoritmo di Frank-Wolfe 27
1.7.4 Dimostrazione di alcuni passi dell'algoritmo 28
1.8 Metodo della Sezione Aurea e di Bolzano 29
1.9 Paradosso di Braess 30

2 Deflusso veicolare **31**
2.1 Modelli macroscopici per il flusso ininterrotto 31
2.1.1 Relazione fondamentale e legge di conservazione 32
2.1.2 Diagramma portata-densità 34
2.1.3 Modello di Greenshields (1935) 36
2.1.4 Modello di Greenberg (1959) 36
2.1.5 Modello di Underwood (1960) 37
2.1.6 Modello di Edie (1961) 37
2.2 Modelli microscopici per il flusso interrotto 38
2.2.1 Modelli follow-the-leader: modello di Forbes 38
2.2.2 Modelli car-following 40
2.3 Misure di velocità, densità e portata 43
2.3.1 Misure di velocità 43
2.3.2 Misure di portata 44
2.3.3 Misure di densità 46
2.3.4 Misure di portata e densità 47
2.4 Onde nelle correnti di traffico 48
2.4.1 Metodo rigoroso (onda cinematica) 48
2.4.2 Metodo approssimato (onda di shock) 49
2.5 Sistema di trasporto collettivo 55
2.5.1 Prestazioni di un sistema di TC 55
2.5.2 Area di influenza 56
2.5.3 Modello analitico di una linea di trasporto 57
2.6 Commenti ai grafici 59
2.6.1 Grafico 6.10 59
2.6.2 Grafico II.73, II.74, II.75 59

3 Sistemi di coda nel traffico urbano **61**
3.1 Equazioni di equilibrio statistico 61
3.1.1 Legge di probabilità p_n 62
3.1.2 Sistema di equazioni di Erlang 63
3.1.3 Sistema di equazioni di equilibrio statistico 63
3.1.4 Parametri $E[n]$ e $E[w]$ 63
3.2 Sistemi di coda ad $m = 1$ cancelli 64
3.2.1 Intensità di traffico 65
3.2.2 Livello di servizio e dimensionamento geometrico 65
3.3 Sistemi di coda ad m cancelli 66
3.3.1 Caso $n < m$ 67
3.3.2 Caso $n \geq m$ 68
3.3.3 Parametri $E[n]$ e $E[w]$ 68
3.4 Punta di traffico su un sistema di coda 69
3.4.1 Numero medio di veicoli in coda 71
3.4.2 Tempo medio di attesa 71
3.4.3 Tempo medio di ritorno alle condizioni iniziali 72

MASTER COPY
Tel. 388/9837745

4 Tecnica ferroviaria **73**
4.1 Introduzione . . . 73
4.1.1 Gestore Infrastruttura . . . 73
4.1.2 Linea ferroviaria . . . 73
4.2 Infrastruttura tecnologica . . . 75
4.2.1 Circolazione ferroviaria . . . 75
4.2.2 Sistemi di esercizio . . . 76
4.3 Sovrastruttura ferroviaria . . . 77
4.3.1 Massicciata . . . 77
4.3.2 Armamento ferroviario . . . 78
4.4 Limiti di carico e di velocità . . . 79
4.4.1 Limiti di carico . . . 79
4.4.2 Limiti di velocità . . . 80
4.5 Lista veicoli, Scheda Treno e BFC . . . 82
4.5.1 Lista veicoli (modulo M18) . . . 82
4.5.2 Scheda Treno . . . 83
4.5.3 Bollettino di frenatura e composizione (BFC) . . . 84
4.6 Impresa ferroviaria . . . 86
4.7 Potenzialità di una linea ferroviaria . . . 87
4.7.1 Influenza di treni prioritari sulla potenzialità . . . 88
4.7.2 Influenza di un treno lento sulla potenzialità . . . 89
4.8 Circolazione con sistema di blocco . . . 91
4.8.1 Circolazione con blocco elettrico automatico . . . 91
4.8.2 Circolazione con blocco mobile . . . 94
4.9 Potenzialità di traffico delle stazioni . . . 94
4.9.1 Potenzialità di una stazione di transito . . . 96
4.9.2 Potenzialità di una stazione di testa . . . 98
4.9.3 Diagramma di moto . . . 99

5 Esempi **101**
5.1 Esempi sul capitolo 1 . . . 101
5.1.1 Esempio 1: Algoritmo di Dijkstra . . . 101
5.1.2 Esempio 2: Assegnazione Tutto o Niente . . . 104
5.1.3 Esempio 3: Paradosso di Braess . . . 105
5.2 Esempi sul capitolo 2 . . . 107
5.2.1 Esempio 4: Fattore ora di punta PHF . . . 107
5.2.2 Esempio 5: Misure di densità . . . 108
5.2.3 Esempio 6: Metodo del veicolo flottante . . . 109
5.2.4 Esempio 7: Onde di shock . . . 110
5.2.5 Esempio 8: Onde di shock . . . 111
5.3 Esempi sul capitolo 3 . . . 113
5.3.1 Esempio 9: Sistemi di coda ad $m = 1$ cancelli . . . 113
5.3.2 Esempio 10: Sistemi di coda ad $m = 1$ cancelli . . . 114
5.3.3 Esempio 11: Sistemi di coda ad $m = 2$ cancelli . . . 116

6 Formulario **119**

master
COPY
COPISTERIA
050/8312126 388/9837745

Capitolo 1

Modelli e algoritmi di assegnazione

MASTER COPY

Tel. 388/9837745

1.1 Sistema di trasporto

1.1.1 Definizione

Un sistema di trasporto è un insieme di infrastrutture interconnesse tra loro. Tale sistema determina una *domanda di trasporto*, cioè crea spostamenti di utenti fra diverse zone di un territorio con motivi, periodi e modi differenti. Un sistema di trasporto si compone principalmente di due sistemi:

1. un *sistema di domanda*: è costituito dagli utenti e dalle attività presenti su un territorio; gli utenti effettuano scelte di mobilità e di viaggio per svolgere delle attività in luoghi diversi del territorio e il risultato di tali scelte è la *domanda di trasporto*;

2. un *sistema di offerta*: è l'insieme di infrastrutture e di elementi organizzativi che consentono di spostarsi nel territorio; il sistema di offerta consente lo spostamento di un numero limitato di utenti in un prefissato periodo di tempo, il sistema ha cioè una capacità limitata.

La domanda di trasporto produce, nel sistema di offerta, un flusso di utenti. Se il flusso è prossimo alla capacità del sistema di offerta si innesca il fenomeno della *congestione*, cioè le prestazioni e le condizioni di utilizzo del sistema di offerta dipendono dal numero di utenti che lo utilizza nell'unità di tempo.

1.1.2 Circolazione a flusso ininterrotto e interotto

In un sistema di trasporto la circolazione si può svolgere in due modi:

1. *circolazione a flusso ininterrotto*: è la circolazione caratteristica delle strade extraurbane e delle autostrade. I veicoli della corrente non subiscono interruzioni e interferenze da veicoli di altre correnti di traffico ma possono subire interruzioni da veicoli della corrente stessa;

2. *circolazione a flusso interrotto*: è la circolazione caratteristica delle strade urbane. I veicoli della corrente subiscono interruzioni e arresti frequenti per effetto di altre correnti di traffico (pedoni, intersezioni semaforizzate, ecc.).