

Laboratorio di Analisi e Progettazione dei Trasporti

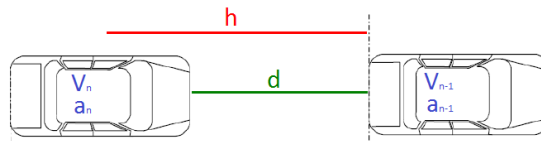
ESERCITAZIONE 2

Sicurezza stradale - Semaforo e rotatoria

L'esercizio introduce all'uso degli indicatori di sicurezza come indicatori prestazionali e necessari ad un'analisi più approfondita della sicurezza stradale. Propone uno studio completo di uno scenario progettuale per la sostituzione di un impianto semaforico con una rotatoria.

DATI DEL PROBLEMA

Si utilizzi il seguente modello comportamentale:



Schema base della simulazione dell'interazione fra due veicoli

Modello	Car-Following
Gazis e Herman	$a_{n+1}(t + \Delta t) = \alpha * V_{n+1}(t + \Delta t)^m * \frac{(V_n(t) - V_{n+1}(t))}{d^l}$

Data la rete sottostante, si vogliono valutare le prestazioni della rete nello scenario attuale (impianto semaforico) e in quello progettuale (rotatoria), facendo anche un'analisi di sicurezza stradale mediante gli indicatori.



I nodi sono posizionati alle seguenti coordinate:

N.	X	Y	Centroide
[]	[px]	[px]	[]
1	558,96	459,09	NO
2	334,11	589,98	NO
3	178,68	651,27	NO
4	872,55	43,53	NO
5	921,06	92,94	NO
6	871,86	90,30	NO
7	917,13	38,67	NO
8	896,22	101,85	NO

N.	X	Y	Centroide
[]	[px]	[px]	[]
26	940,00	8,00	SI
27	808,00	7,00	NO
28	1111,00	705,00	SI
29	982,98	211,62	NO
30	811,17	190,29	NO
31	796,89	181,20	NO
32	833,31	177,66	NO
33	823,20	177,09	NO

N.	X	Y	Centroide
[]	[px]	[px]	[]
51	854,62	100,00	NO
52	864,90	78,48	NO
53	61,86	704,25	SI
54	463,65	531,15	NO
55	323,00	7,00	SI
56	771,00	447,50	NO
57	714,17	364,17	NO
58	712,68	344,61	NO

9	927,96	50,25	NO
10	885,00	35,16	NO
11	864,84	56,37	NO
12	877,50	535,17	NO
13	782,16	214,08	NO
14	1008,18	172,83	NO
15	949,00	122,83	NO
16	908,91	100,08	NO
17	882,87	98,55	NO
18	929,37	81,63	NO
19	863,28	71,25	NO
20	932,40	65,49	NO
21	938,57	35,17	NO
22	832,48	29,96	NO
23	902,22	33,03	NO
24	870,36	32,16	NO
25	838,59	22,32	NO

34	842,85	174,33	NO
35	814,08	172,71	NO
36	850,41	167,61	NO
37	807,36	165,21	NO
38	854,79	158,52	NO
39	804,00	155,70	NO
40	909,51	154,47	NO
41	855,52	146,74	NO
42	877,44	151,65	NO
43	804,57	145,62	NO
44	889,29	145,05	NO
45	852,03	138,93	NO
46	808,95	136,53	NO
47	845,28	131,40	NO
48	816,48	129,81	NO
49	836,16	127,05	NO
50	826,05	126,48	NO

59	691,56	335,00	NO
60	711,67	309,17	NO
61	685,83	330,00	NO
62	653,33	295,00	NO
63	707,50	303,33	NO
65	741,90	262,71	NO
66	610,20	274,11	NO
67	442,00	124,00	NO
68	636,57	390,43	NO
69	695,00	378,33	NO
70	650,00	319,17	NO
71	382,17	568,14	NO
72	227,55	632,01	NO
73	662,29	358,00	NO
74	665,71	363,57	NO

Gli archi hanno tutti pendenza nulla, capacità di 1900 v/h/corsia, gli altri dati sono:

Arco	Nodo Iniziale	Nodo Finale	Numero Corsie	Lunghezza	Velocità	GAP	LAG	Arco di Manovra	Tipo Segnale	Tipo Manovra	Nodo Destin.
1	68	1	1	36,84	50	0	0	no	none	all	0
2	1	68	1	36,84	50	0	0	no	none	all	0
3	1	54	1	39,77	50	0	0	no	none	all	0
4	54	1	1	39,77	50	0	0	no	none	all	0
5	54	71	1	29,76	50	0	0	no	none	all	0
6	71	54	1	29,76	50	0	0	no	none	all	0
7	71	2	1	17,56	50	0	0	no	none	all	0
8	2	71	1	17,56	50	0	0	no	none	all	0
9	2	72	1	38,1	50	0	0	no	none	all	0
10	72	2	1	38,1	50	0	0	no	none	all	0
11	72	3	1	17,47	50	0	0	no	none	all	0
12	3	72	1	17,47	50	0	0	no	none	all	0
13	3	53	1	42,66	50	0	0	no	none	all	0
14	53	3	1	42,66	50	0	0	no	none	all	0
15	7	23	2	5,29	50	0	0	no	none	all	0
16	23	10	2	5,77	50	0	0	no	none	all	0
17	10	4	2	4,99	50	0	0	no	none	all	0
18	4	11	2	4,99	50	0	0	no	none	all	0
19	11	19	2	5	50	0	0	no	none	all	0
20	19	52	2	2,47	50	0	0	no	none	all	0
21	52	6	2	4,57	50	0	0	no	none	all	0
22	6	17	2	4,58	50	0	0	no	none	all	0
23	17	8	2	4,58	50	0	0	no	none	all	0
24	8	16	2	4,25	50	0	0	no	none	all	0
25	16	5	2	4,69	50	0	0	no	none	all	0
26	5	18	2	4,69	50	0	0	no	none	all	0
27	18	20	2	5,47	50	0	0	no	none	all	0
28	20	9	2	5,29	50	0	0	no	none	all	0
29	9	7	2	5,28	50	0	0	no	none	all	0
30	20	21	1	10,31	50	0	0	no	none	all	0
31	21	26	1	9,07	50	0	0	no	none	all	0
32	16	15	1	15,36	50	0	0	no	none	all	0
33	15	14	1	25,83	50	0	0	no	none	all	0

34	27	22	1	11,19	50	0	0	no	none	all	0
35	10	24	1	4,97	50	0	0	no	none	all	0
36	24	25	1	11,06	50	0	0	no	none	all	0
37	25	27	1	11,4	50	0	0	no	none	all	0
38	48	46	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
39	46	43	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
40	43	39	2	3,37	50	0	0	no	none	all	0
41	39	37	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
42	37	35	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
43	35	33	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
44	33	32	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
45	32	34	2	3,37	50	0	0	no	none	all	0
46	34	36	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
47	36	38	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
48	38	41	2	3,93	50	0	0	no	none	all	0
49	41	45	2	2,85	50	0	0	no	none	all	0
50	45	47	2	3,37	50	0	0	no	none	all	0
51	47	49	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
52	49	50	2	3,36	50	0	0	no	none	all	0
53	50	48	2	3,37	50	0	0	no	none	all	0
54	13	65	1	21,03	50	0	0	no	none	all	0
55	65	13	1	21,03	50	0	0	no	none	all	0
56	13	30	1	12,49	50	0	0	no	none	all	0
57	30	32	1	8,48	50	0	0	no	none	all	0
58	39	31	1	8,83	50	0	0	no	none	all	0
59	31	13	1	12,01	50	0	0	no	none	all	0
60	52	51	1	7,95	50	0	0	no	none	all	0
61	51	50	1	12,98	50	0	0	no	none	all	0
62	29	40	1	30,98	30	0	0	no	none	all	0
63	40	29	1	30,98	30	0	0	no	none	all	0
64	40	44	1	7,41	30	0	0	no	none	all	0
65	44	40	1	7,41	30	0	0	no	none	all	0
66	44	42	1	4,51	30	0	0	no	none	all	0
67	42	44	1	4,51	30	0	0	no	none	all	0
68	42	38	1	7,87	30	0	0	no	none	all	0
69	38	42	1	7,87	30	0	0	no	none	all	0
70	63	61	2	11,45	50	0	0	no	none	all	0
71	59	60	1	10,91	50	0	0	no	none	all	0
72	56	57	1	33,62	50	0	0	no	none	all	0
73	57	58	1	6,54	50	0	0	no	none	all	0
74	58	60	1	11,82	50	0	0	no	none	all	0
75	60	65	1	18,48	50	0	0	no	none	all	0
76	65	63	1	17,74	50	0	0	no	none	all	0
77	63	62	1	9,94	50	0	0	no	none	all	0
79	62	66	1	15,98	50	0	0	no	none	all	0
80	66	67	1	80,16	50	1,4	1	no	dare preced enza	turn right	0
81	67	70	2	101,41	50	0	0	no	none	all	0
82	70	67	1	101,41	50	0	0	no	none	all	0
83	69	56	1	34,25	50	0	0	no	none	all	0
84	56	69	2	34,25	50	0	0	no	none	all	0
85	56	12	1	45,98	50	0	0	no	none	all	0
86	12	56	2	45,98	50	0	0	no	none	all	0
87	12	28	1	96,24	50	0	0	no	none	all	0
88	28	12	1	96,24	50	0	0	no	none	all	0

89	26	23	1	15,11	30	0	0	no	none	all	0
90	22	19	1	17,17	30	0	0	no	none	all	0
91	41	17	1	18,47	30	0	0	no	none	all	0
92	67	55	1	59,34	30	0	0	no	none	all	0
93	55	67	1	59,34	30	0	0	no	none	all	0
94	68	69	1	21,22	30	0	0	si	none	all	56
95	74	59	1	12,84	30	0	0	si	none	all	60
96	74	70	1	15,7	30	0	0	si	none	all	67
97	61	73	1	12,2	30	0	0	si	none	all	68
98	61	69	1	16,4	30	0	0	si	none	all	56
99	69	68	1	21,22	30	0	0	si	none	all	1
100	70	59	1	14,82	30	0	0	si	none	all	60
101	70	73	1	13,58	30	0	0	si	none	all	68
102	69	70	1	24,78	30	0	0	si	none	all	67
103	70	69	1	24,78	30	0	0	si	none	all	56
104	73	68	1	14,72	30	0	0	si	none	all	0
105	68	74	1	14,09	30	0	0	si	none	all	0

Le flotte veicolari e i guidatori sono distribuiti secondo una serie di **distribuzioni normali** che ne aumentano la casualità della simulazione e devono essere generate sulla rete mediante una distribuzione di tipo **esponenziale**. Per l'esempio si utilizzino i seguenti flussi:

Automobili				
O/D	28	53	55	26
26	96	137	69	0
28	0	22	497	121
53	30	0	14	162
55	460	15	0	72

Veicoli pesanti				
O/D	28	26	53	55
26	3	0	0	0
28	0	1	5	12
53	2	1	0	0
55	12	0	0	0

Bus		
O/D	55	26
26	1	0
28	1	0
55	0	3

Per la calibrazione del modello di car-following si utilizzino l'errore di tipo GEH sulla base dei dati di traffico osservati in sito.

$$GEH_i = \sqrt{\frac{2(x_i - y_i)^2}{x_i + y_i}}$$

Start node	End node	Real
70	73	15
70	69	472
70	59	75
74	70	14
68	69	32
74	59	163

Start node	End node	Real
69	70	510
69	68	27
56	57	122
63	62	70
61	73	137
61	69	99

Dove x_i e y_i sono rispettivamente i valori j^{esimi} misurati (simulati) e osservati (reali). Sia per il caso di studio. Sia per il caso attuale che quello in progetto devono essere fatte almeno set da 10 simulazioni, al fine di valutare più casistiche possibili.

Allo stato attuale l'impianto semaforico ha il seguente ciclo:

Parameters	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Nodo iniziale arco	56	56	67	56	67	63	63	63	1
Nodo finale arco	57	69	70	69	70	62	61	61	68
Nodo di destinazione manovra principale (0=tutti)	0	70	69	68	59	0	73	69	0
Nodo di destinazione manovra secondaria (0=non esiste)	0	0	73	0	0	0	0	0	0
Nodo posizione	57	69	70	69	70	62	61	61	68
Corsia posizione	1	2	2	1	1	1	2	1	1
Fase	1	1	1	2	2	2	3	3	3
Coda consentita (numero veicoli)	100	100	100	100	100	100	100	100	100

Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 1			
1	56	57	57	1	3	120	59 4 57			
2	56	69	69	2	3	120	59 4 57			
3	67	70	70	2	3	120	59 4 57			
4	56	69	69	1	4	120	65 20 5 30			
5	67	70	70	1	4	120	65 20 5 30			
6	63	62	62	1	4	120	65 49 4			
7	63	61	61	2	4	120	94 20 4			
8	63	61	61	1	4	120	94 20 4			
9	1	68	68	1	4	120	94 20 4			

Parameters	10	11
Nodo iniziale arco	70	55
Nodo finale arco	67	67
Nodo di destinazione manovra principale (0=tutti)	0	0
Nodo di destinazione manovra secondaria (0=non esiste)	0	0
Nodo posizione	67	67
Corsia posizione	1	1
Fase	1	1
Coda consentita (numero veicoli)	100	100

Lan.	Ni	Nf	Nps	Cor.	Fasi	Ciclo	Fasi [sec] - intersezione 2			
1	70	67	67	1	4	120	20 94 4			
2	55	67	67	1	4	120	20 94 4			

Nello stato di progetto rimane solo l'impianto 2 perché la sua utilità esclusivamente ai fini di attraversamento pedonale. Il guadagno o la perdita di prestazione venga calcolato mediante la formulazione:

$$Guadagno = \pm 100 * \frac{\text{semaforo} - \text{rotatoria}}{\text{semaforo}}$$

QUESITI DEL PROBLEMA

Si vuole ottenere:

1. Parametri per modello per cui si ha una buona calibrazione
2. Prestazioni della rete allo stato attuale e di progetto in forma analitica e mediante grafici comparativi con indicazione anche degli inquinanti
3. Indicazione grafica prestazioni della rete allo stato attuale (individuando i punti critici) e di progetto
4. Valutazione delle performance di sicurezza stradale (mediante tecniche classiche e analisi SSAM) della rete allo stato attuale e di progetto in forma analitica e mediante grafici comparativi