Ph.D. programme in Civil Systems Engineering

Titolo

Controllo del traffico stradale

Crediti: 9 CFU
Ore: 72 di didattica frontale
Date: vedi programma

Obiettivi: Obiettivo dell'insegnamento è quello di fornire conoscenze e strumenti operativi approfonditi per l'analisi, la simulazione, la progettazione funzionale e la gestione dei sistemi di controllo del traffico, in ambito urbano e autostradale.

Course programme:

- Nozioni di analisi dei sistemi e controlli automatici. Sistemi e modelli; concetto di sistema; modello di un sistema; modelli ingresso-uscita; modelli con stato. Formulazione generale di un problema di controllo. Ciclo aperto e ciclo chiuso. Il problema della regolazione. Strategie di controllo ottime. Strutture euristiche.
- Traffic flow Theory Le variabili del deflusso stradale: definizioni e tecniche di rilievo. Deflussostazionario e relazioni bivariate (diagramma fondamentale). Modelli microscopici di car-following (Gipps, IDM) e lane-changing (Gipps, MOBIL). Modelli macroscopici: LWR. Nozioni di propagazione del flusso su rete. Guida automatizzata e stabilità: impatti su sicurezza stradale ed efficienza del traffico.
- Simulazione del traffico Introduzione alla simulazione del traffico. Descrizione di un ambiente di simulazione stocastico: sottomodelli e struttura di avanzamento. Gestione dell'incertezza del processo di simulazione: analisi di incertezza, analisi di sensitività, calibrazione e validazione.
- Controllo del traffico Controllo autostradale. Introduzione al problema: bottleneck, capacity drop ed effetti della congestione. Classificazione strategie di controllo. Ramp-metering, limiti di velocità variabili, controllo della velocità su tratta (Tutor): impatto sui tempi di viaggio, emissioni inquinanti e sicurezza stradale.
- Controllo urbano. Modelli di ritardo alle intersezioni semaforizzate. Progettazione funzionale delle intersezioni semaforiche isolate: massimizzazione della capacità e minimizzazione del tempo di attesa, strategie attuate e real-time. Strategie di controllo coordinato delle intersezioni. Strategie di controllo su rete in condizioni di sovrasaturazione (store and forward).
- MODULO DI LABORATORIO DI SIMULAZIONE MICROSCOPICA DEL TRAFFICO Implementazione e sviluppo nel software di simulazione microscopica del traffico AIMSUN

Sito Web: www.dicea.unina.it |e-mail: dicea@unina.it |Pec: dip.ing-civ-ed-amb@pec.unina.it
|C.F./P.IVA:00876220633

Segreteria Direzione
Via Claudio 21
80125 Napoli
tel: +39 081 7683609
dicea@unina.it

Ufficio per la Didattica
Via Claudio 21
80125 Napoli
tel: +39 081 7683335
antonella.greco@unina.it

Ufficio Contabilità e Bilancio
Via Claudio 21
80125 Napoli
tel: +39 081 7683446
nicolina.naccarato@unina.it

Ufficio per la Ricerca
Via Claudio 21
80125 Napoli
tel: +39 081 7683939
rita.gallo@unina.it

Ufficio Contratti, Logistica e Personale
Via Claudio 21
80125 Napoli
tel: +39 081 7682320
gennaro.doria@unina.it

di un caso studio (controllo urbano o autostradale). Utilizzo del software tramite GUI e mediante python script

Materiale didattico: Treiber and Kesting, 2013, ‘‘Traffic flow dynamics”, Springer. Dispense e slide forniti dal docente.

Metodo di valutazione: colloquio finale

Contatti:
Prof. Vincenzo Punzo
Department DICEA
vinpunzo@unina.it

Programma

N.	Data	Orario	Durata	Argomento
1	04/03/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Introduzione al corso
2	06/03/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Nozioni di teoria dei sistemi e di controlli automatici (1). Processo di controllo. Relazione input-output. controllo a ciclo aperto. Feedback e stato di un sistema. Modellizzazione dello spazio di stato. Modelli statici vs. modelli dinamici. Controllo a ciclo chiuso. Strategie di controllo open loop vs. closed loop.
3	11/03/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Introduzione alla teoria del deflusso: le traiettorie dei veicoli di una corrente, analisi di un pattern di traffico in un dominio tempo-spazio (NGSIM), schemi di rilievo, variabili di interesse, definizione delle variabili della corrente secondo gli schemi di rilievo stazionario e aereo: portata, densità, velocità media (temporale e spaziale). Serie storiche di misure puntuali (dati cross-sectional della Tangenziale di Napoli).
4	13/03/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Equazione di continuità (condizioni stazionarie). Estensione dell'equazione di continuità al caso di due classi di veicoli. Relazione fra media spaziale e media temporale delle velocità. Misure point-to-point (Tutor).
5	18/03/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Definizioni generalizzate delle variabili della corrente: estensione ad un dominio tempo-spazio qualsiasi (Edie). Occupancy: definizione. Relazioni bivariate u-k, q-k, v-q.
6	20/03/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Definizione di deflusso stazionario. Deflusso instabile – bottleneck. Capacità di una strada e sezioni in cui è possibile misurarla, definizione di bottleneck. Modelli statici vs. dinamici
7	25/03/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Modelli di offerta su rete. Modello di propagazione del flusso su rete. Modello delle prestazioni di arco. Modello delle prestazioni di percorso.
8	27/03/2025	08:30 - 11:30	3 ore	es. 10: space-time diagram: traiettorie dei veicoli e misure aggregate. es 11: calibrazione del diagramma fondamentale.
9	01/04/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Introduzione ai modelli di microsimulazione: modelli di car-following.
10	03/04/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Teoria del deflusso: Intelligent Driver Model (IDM). Principi base. Descrizione matematica
11	08/04/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Teoria del deflusso: Intelligent Driver Model (IDM). Intelligent braking strategy. Equilibrio e soluzioni di stato stazionario
12	10/04/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Esercitazione: analisi del modello e integrazione numerica su excel (modello IDM).
13	15/04/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Teoria del deflusso: Modello di Gipps. principi base, descrizione matematica. Soluzioni di stato stazionario del modello di Gipps.
14	24/04/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Controllo delle intersezioni isolate: ciclo di segnali, tempo di ciclo, verde e rosso efficaci, perditempo.

Sito Web: www.dicea.unina.it |e-mail: dicea@unina.it |Pec: dip.ing-civ-ed-amb@pec.unina.it
|C.F./P.IVA:00876220633

N.	Data	Orario	Durata	Argomento
15	02/05/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Progettazione del layout delle fasi di un'intersezione semaforizzata. Esempio su di un'intersezione a tre braccia. Matrice delle fasi.
16	08/05/2025	08:30 - 11:30	3 ore	Es. 36 impatto della durata del ciclo sulla capacità dell'intersezione. Modelli di coda: definizioni; condizioni di sottosaturazione e sovrasaturazione
17	09/05/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Ritardo alle intersezioni semaforizzate. Formule di Webster e Akcelik. Osservazioni sui vincoli di capacità; risoluzione del problema di minimizzazione del ritardo. Esercizio 37: minimizzazione del ritardo ad un'intersezione semaforizzata isolata.
18	16/05/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Controllo semaforico: Attuazione, Coordinamento. Strutture sub-ottime (multi-layer hierarchical control, repetitive optimization with rolling horizon). Controllo Autostradale. Teoria, ramp metering.
19	20/05/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Introduzione ad AIMSUN, costruzione del modello di offerta, caratteristiche delle sezioni, parametri dei veicoli e modelli comportamentali del guidatore.
20	27/05/2025	12:30 - 15:30	3 ore	Costruzione del modello di domanda in AIMSUN, centroidi, matrice OD, composer di matrici OD, traffic state e relazione con la matrice OD, piani di controllo semaforico, linee di trasporto pubblico, VMS e condizioni esogene di traffico attivate ad eventi.
21	03/06/2025	12:30 - 16:30	4 ore	Calibrazione di AIMSUN per riprodurre i flussi di saturazione a un'intersezione semaforizzata, parametri globali e parametri locali, analisi degli output di una simulazione, calibrazione del tempo di reazione dei veicoli. Costruzione della curva errore-tempo di reazione, calibrazione delle velocità di sezione per riprodurre i flussi di saturazione.
22	05/06/2025	08:30 - 12:30	4 ore	Impostazione in Excel del problema di ottimizzazione per la determinazione degli split semaforici ottimi che minimizzano il ritardo (SIGSET), massimizzano la capacità (SIGCAP) o forniscono maggiore robustezza al variare dei flussi in arrivo all'intersezione (progettazione robusta).
23	06/06/2025	12:30 - 16:30	4 ore	Costruzione della curva ritardo-tempo di ciclo, confronto tra progettazione con minimizzazione del ritardo, massimizzazione della capacità e progettazione robusta. Verifica in AIMSUN dei risultati della progettazione statica con la formula di Akcelik, confronto del ritardo medio individuale risultante dalle simulazioni in AIMSUN con quello ricavato dalla formula di Akcelik a seguito della progettazione SIGSET.

Sito Web: www.dicea.unina.it |e-mail: dicea@unina.it |Pec: dip.ing-civ-ed-amb@pec.unina.it
|C.F./P.IVA:00876220633