

Corso di Ingegneria dei Sistemi di Trasporto
Programma dettagliato

Il concetto di sistema di trasporto – Il sottosistema di offerta e il sottosistema di domanda - La rappresentazione topologica dell'offerta di trasporto – Grafi – proprietà principali dei grafi – Funzioni di costo d'arco e rete di trasporto - Il concetto di percorso – La matrice di incidenza archi-percorso – Forward star – Costi d'arco e di percorso - Il concetto di flusso d'arco - Funzioni di costo congestionate e non, separabili e non – Il concetto di flusso di percorso - Variabili di stato: flussi d'arco e di percorso, costi d'arco e di percorso

La domanda di trasporto – Variabilità spaziale e temporale – Area di studio e zonizzazione Centroidi interni ed esterni - La relazione domanda-costi e l'elasticità della domanda – il modello di domanda a stadi

Teoria dell'utilità casuale – le ipotesi iniziali – utilità sistematica e residuo aleatorio – cause di errore – le variabili che specificano l'utilità sistematica – modelli deterministici e stocastici – la probabilità di scelta - Il modello Logit – le proprietà principali del modello Logit – la stabilità della variabile di Gumbel rispetto alla massimizzazione - Effetti dell'ipotesi di indipendenza dei residui sul calcolo delle probabilità di scelta – la proprietà IIA - Il modello Nested-Logit – struttura dell'albero di scelta e individuazione dei parametri caratteristici – derivazione delle probabilità di scelta per il modello Nested-Logit ad un livello - Il modello Probit – caratteristiche generali – la struttura della matrice varianza-covarianza – differenze principali tra i modelli Logit, NL e Probit

Stima delle probabilità di scelta Probit – Metodo Montecarlo – generazione dei residui aleatori per l'applicazione del metodo

Sottomodello di emissione degli spostamenti – La stima del coefficiente medio di emissione – Approccio deterministico e stocastico – Specificazione di un modello stocastico di frequenza degli spostamenti - Sottomodello di distribuzione degli spostamenti – Le variabili rilevanti – modelli di tipo gravitazionale – modelli di tipo stocastico: approccio per zona e per destinazione elementare

Sottomodello di scelta modale – le alternative di scelta – le variabili rilevanti – alternative indipendenti e dipendenti e identificazione del modello di scelta - variabili generiche e specifiche dell'alternativa - Estrazione del grafo del trasporto individuale – funzioni di costo sugli archi e rete di trasporto individuale – funzioni per archi stradali urbani ed extraurbani - la funzione di Doherty per intersezioni semaforizzate - Rappresentazione dell'offerta di trasporto collettivo - Sottomodello di scelta del percorso – costruzione dell'insieme di scelta - criteri di generazione delle alternative di percorso – la sovrapposizione dei percorsi in ambito urbano - Modelli comportamentali di scelta del percorso – Modello logit e campo di applicazione - modello C-logit e Probit – Introduzione all'uso dei modelli di scelta del percorso nei modelli di assegnazione

La calibrazione di un modello di domanda – la funzione di likelihood – il metodo della massima verosimiglianza per la stima dei parametri incogniti - l'algoritmo di gradiente - La validazione del modello di domanda – test formali e informali sui coefficienti – test di nullità dei parametri e statistiche di goodness-of-fit - Indagini campionarie di tipo RP e SP - I dati campionari – campionamento casuale semplice – schede di indagine e tipologia di indagine – dati di tipo RP e loro uso - Stima diretta della domanda - Stima campionaria della domanda – campionamento casuale semplice e stratificato – lo stimatore della domanda – limiti di confidenza

Interazione domanda/offerta – formalizzazione del modello di assegnazione – le ipotesi sulle funzioni di costo e sul modello di scelta del percorso - Classificazione dei modelli di assegnazione – modelli a domanda elastica e costanti – modelli id carico della rete - modelli di equilibrio e di processo dinamico - Il problema dell'assegnazione di equilibrio – modelli di punto fisso - formalizzazione del Deterministic User Equilibrium (DUE) - Diseguaglianza variazionale e problema di ottimo equivalente – le condizioni per l'esistenza e l'unicità della soluzione DUE - Formalizzazione dello Stochastic User Equilibrium (SUE) – condizioni di esistenza e unicità del problema SUE - Formulazione di un problema di ottimo equivalente per la soluzione di un problema SUE - La ricerca dei percorsi di costo minimo su una rete di trasporto – l'albero di costo minimo e la condizione di

Belmann – L’algoritmo di Dijkstra - Assegnazione di carico della rete con modello di scelta del percorso deterministico - algoritmo AoN - Assegnazione di carico della rete con modello di scelta del percorso stocastico - enumerazione implicita o esplicita dei percorsi – Modello di scelta del percorso Probit e algoritmo Montecarlo - Assegnazione di equilibrio deterministico – Algoritmo Frank & Wolfe – Verifica della congruenza tra soluzione dell’algoritmo e problema DUE - Assegnazione di equilibrio Stocastico – Algoritmo MSA – Verifica della congruenza tra soluzione dell’algoritmo e problema SUE

La correzione della matrice da conteggi di flusso di traffico – Esplicitazione della matrice di assegnazione a partire dal modello di assegnazione - Formulazione del problema generale di correzione della domanda a partire da una domanda nota e dai conteggi di flusso di traffico - Risoluzione del problema per matrice di assegnazione nota o incognita – Formulazione bi-livello per matrice di assegnazione incognita - Formulazione GLS – Passi principali dell’algoritmo risolutivo

Esercitazione

Le fasi della pianificazione - l’individuazione del sistema territoriale e dell’area di studio — la zonizzazione - La matrice di domanda – Domanda interna, di scambio e di attraversamento - Calcolo degli indici territoriali per un sistema di studio test - Individuazione delle zone di traffico per un’area di studio test a partire dai dati di particelle censuarie ipotizzate - Posizionamento dei centroidi interni e calcolo delle distanze in linea d’aria - Stima della domanda emessa da ogni zona di traffico - Calcolo delle distanze tra i centroidi e delle probabilità di scelta della destinazione
Indagini al cordone e stima delle sottomatrici di attraversamento e scambio - Estrazione del grafo della rete del trasporto privato per l’area di studio test – schema minimo di rete - Specificazione delle funzioni di costo per la rete del trasporto privato dell’area di studio test - Calcolo delle probabilità di scelta del percorso - La struttura del grafo dell’offerta di trasporto collettivo - Assegnazione SNL alla rete test con esplicitazione dei percorsi

Note per la presentazione dell’esercitazione:

- si deve descrivere esclusivamente quello che è stato fatto, non riportare parti teoriche (come la teoria dei grafi o dei modelli di domanda/assegnazione), l’enfasi è sui risultati ottenuti;
- la sequenza delle operazioni svolte e le eventuali semplificazioni devono essere chiaramente spiegate nella relazione (es., calcolo di due percorsi per una/due coppie OD invece che per tutta la rete; semplificazioni per l’assegnazione; etc.)
- sono essenziali gli allegati di calcolo - numerati e richiamati nella relazione sintetica - dove sarà riportata l’espressione dello specifico modello utilizzato per calcolare le quantità desiderate (es., funzioni di costo d’arco utilizzate e non la teoria sulle funzioni di costo, modelli utilizzati per il calcolo delle diverse percentuali di scelta e non la teoria dell’utilità casuale, etc.);
- i "coefficienti fittizi" sono strumentali alla generazione dei dati, non sono da intendersi come coefficienti di qualche particolare modello o risultati di analisi statistiche;
- le tabelle/figure devono essere numerate e fornite di didascalie, oltre che essere richiamate nel testo.

Relazioni palesemente copiate da versioni disponibili on-line o da studenti di corsi precedenti saranno valutate negativamente e ciò influirà sulla votazione finale.

Il file definitivo con l’impaginazione opportuna e corredato di allegati - sia in formato excel (fogli di calcolo) sia, soprattutto, in forma di schede in coda alla relazione - deve essere inviato tramite email almeno una settimana prima dell’esame. Tutti gli allegati di calcolo devono essere chiaramente leggibili e fare parte integrante del file pdf della relazione finale. Il giorno dell’esame deve comunque essere consegnata copia cartacea dell’esercitazione, pena esclusione dall’esame.