

A simulation model of traffic assignment by a probabilistic approach



STREAMS represents a new way to approach, through probabilistic analysis, the assessment of the conditions that may influence - in a given transportation system - the decisions of various users as to the choice of the route that is the most convenient to any travel.

The proper system referred to by the model consists of multi-mode transportation links between different cities or regions. This means that the model might not be fit for applications to intra-urban transportation networks, unless large metropolitan areas are involved and particular simplifications or assumptions are made.

The simple principle, on which STREAMS is based, is that any user of a transportation network makes trips after choosing the routes that are subjectively considered as the most convenient ones.

An important feature of STREAMS is that this model accounts for preliminary assessments - as supposedly made by users prior to undertaking their travel - concerning the traffic conditions relevant to a selected set of routes, which are considered as the only reasonable alternative routes for each possible travel. These preliminary assessments are not made by separate categories of users and allow for the users' expectations relative to aggregate traffic streams.

Nevertheless, preliminary assessments of the traffic conditions are often wrong and traffic congestions are not avoided, while it's also realistic not to exclude that part of the users don't reject the risk of "acceptable levels" of congestion during their travel. Therefore, the model provides a consistent logical way to simulate the overcoming of traffic congestions, as these emerge during the simulation exercises.

STREAMS

For most of the current assignment models the choice of "the most convenient route" is not defined prior to starting the trip, but during the simulated trip, depending on the simulated traffic conditions encountered by the "virtual user" on the way towards its destination. Therefore, in most of such assignment models, the user's route results from a progressive and unpredictable adjustment of traffic streams to arbitrarily simulated accidental events rather than from the user's rational choice. Moreover, most of such models are biased by the operator's arbitrary criteria concerning, for instance, priority to be given in the assignment to certain stream categories, demand stocks and so forth. Therefore, it is not appropriate to state that these models account for the user's "most convenient" choice.

Another fault intrinsic to those models is the unrealistic way in which they obey two basic constraints: the first, that the total traffic flow between any origin and destination (the *demand for travel*) is a *given* and unchangeable input; the second, that the *capacity* of each link of the network is also an unchangeable *datum*. The sequence of links, which connect any trip origin to a destination, includes usually a very high number of *possible* routes. However, many of such routes are either *unlikely* or never used in practice. But unlikely or quite unreasonable routes are involved by current assignment simulation models when - on the one hand - the simulation *saturates* all the *likely* routes, while - on the other hand - the given demand for travel *must* be met by the simulation, but the saturated *likely* routes can no more cope with the demand.

From the methodological point of view, a major feature of STREAMS consists of avoiding the adoption of questionable “optimisation criteria”, such as minimisation of travel cost, of route length or trip duration, etc.

Under the constraints fixed by the available data, the mathematical structure of the model exploits the amount of probabilistic uncertainty that is always associated with any distribution of probabilities, such as - in the model - the unknown distribution of trip probabilities to be determined. It's an unusual analytical approach, which minimises also the number of basic hypotheses, with a consequent reduction in the degree of logical arbitrariness of the model's structure.

STREAMS has been conceived to address transportation networks covering large regions, i.e., interurban, interregional or international connections. However, the model can also be adjusted to applications concerning large conurbations, after appropriate zoning and careful identification of travel demand

The logical structure of STREAMS rests on two hypotheses only and one methodological choice, i.e.,

- 1) an expected average utility (as a motivation) is associated with each travelling unit, and is expressed as the difference between the expected mean benefit and the mean transportation cost expected by the user, the cost being the only known quantity of the two;
- 2) each mean actual unit transportation cost is instead calculated as a function of the relevant stream intensity to be determined;
- 3) no use of objective function to optimise, but use of the amount of uncertainty that is always associated with any probability distribution; in particular - in the model - with the distribution of the trip probabilities to be assessed.

Also, the traffic streams to assign being only the problem's principal unknowns, the number of known/given data - in the standard use of the model - equalise the number of unknowns to determine.

The model's mathematical structure allows simulations of traffic congestion management, and the procedures for the model application are fully computerised through a specific computational program, which also includes procedures for model calibration.



STREAMS

www.streams.it
info@streams.it

Un simulatore per l'assegnazione del traffico basato su un avanzato modello probabilistico



STREAMS rappresenta un nuovo tipo di approccio, tramite analisi probabilistica, alla valutazione delle condizioni che possono influenzare – in un dato sistema di trasporto – le decisioni dei diversi utenti sulla scelta del percorso più conveniente relativo ad ogni tragitto da compiere.

Il sistema cui si riferisce il modello è formato da archi di trasporto plurimodale fra diverse nazioni, regioni o città, fino a livello di grandi aree metropolitane pur con relativa adozione di particolari semplificazioni.

Il semplice principio sul quale STREAMS è impostato è che ogni utente di una rete di trasporto effettua il viaggio dopo aver scelto i percorsi che considera soggettivamente più convenienti.

Un aspetto importante di STREAMS è dato dal fatto che il modello considera le valutazioni preliminari dell'utente – fatte *prima* di intraprendere il viaggio – concernenti le condizioni del traffico di un numero selezionato di percorsi considerati le sole alternative ragionevoli per ogni possibile spostamento. Tali valutazioni preliminari si suppongono comuni a tutte le categorie di utenti e si riferiscono alle aspettative di correnti di traffico *aggregate*.

Ciò nonostante, le valutazioni preliminari delle condizioni del traffico sono spesso errate e le congestioni non possono essere evitate, anche perché appare realistico non escludere che parte degli utenti non rifiuti il rischio di "livelli accettabili" di congestione durante il tragitto. Pertanto, il modello fornisce una logica e fondata possibilità di simulare la sopravvenienza delle congestioni di traffico, quali esse emergono durante le applicazioni simulate.

**STREAMS**

Per la maggior parte dei modelli di assegnazione in uso la scelta del "percorso più conveniente" non viene definita prima del viaggio, ma durante il viaggio simulato, in dipendenza delle condizioni di traffico simulate che incontra l'utente "virtuale" lungo la strada verso la sua destinazione. In tali modelli, pertanto, il percorso dell'utente è il risultato di un progressivo ed imprevedibile aggiustamento delle correnti di traffico ad eventi accidentali arbitrariamente simulati piuttosto che di una scelta razionale dell'utente. Inoltre, molti di questi modelli appaiono inficiati dai criteri arbitrari dell'operatore nell'assegnare, per esempio, la priorità ad alcune categorie di trasporto ovvero a stock di domanda e così via. Da ciò, non appare appropriato attribuire a questi modelli la ricerca della scelta "più conveniente" per l'utente.

Un altro difetto intrinseco di questi modelli è il modo irrealistico con cui essi rispondono a due vincoli basilari: il primo, che il flusso totale di traffico tra ogni origine e destinazione (la domanda di viaggio) è un input dato e imm modificabile, il secondo, che la capacità di ogni arco della rete è anch'essa un dato imm modificabile. La sequenza degli archi che connettono ogni origine e destinazione di viaggio include normalmente un alto numero di percorsi possibili. Tuttavia, molti di questi percorsi risultano in realtà improponibili ed in pratica non usati e, ciò nonostante, essi vengono utilizzati da modelli in uso, quando - da un lato - la domanda di viaggio deve essere soddisfatta dalla simulazione, ma - d'altro lato - i percorsi preferibili già saturati non lo consentono.

Da un punto di vista metodologico, l'aspetto più innovativo di STREAMS è quello di evitare questionabili "criteri di ottimizzazione", come la minimizzazione del costo di spostamento, della lunghezza del percorso o della durata del viaggio.

Nei vincoli fissati dai dati disponibili, la struttura matematica del modello utilizza la quantità di *incertezza probabilistica* che è sempre associata ad ogni distribuzione di probabilità, come la *distribuzione incognita* delle probabilità di percorso da determinare. Questo è un approccio analitico inusuale che minimizza anche il numero delle ipotesi di fondo, con una conseguente riduzione del grado di logica arbitrarietà della struttura del modello.

STREAMS è stato concepito per un uso prevalente su reti estese: interurbane, interregionali o internazionali; tuttavia, con opportuni accorgimenti, il modello può anche essere adattato ad applicazioni su grandi conurbazioni, con una zonizzazione appropriata ed un'accurata identificazione della domanda.

STREAMS presenta una struttura logica che poggia su due sole ipotesi e su di una scelta metodologica. Ovvero:

1) un'utilità media viene associata - come motivazione - ad ogni unità trasportata. Essa è espressa dalla differenza fra il beneficio ed il costo del trasporto medi attesi dall'utente, dei quali solo il costo è l'unica entità nota;

2) ogni costo effettivo medio unitario di trasporto è invece calcolato come funzione dell'intensità della corrente che si deve determinare;

3) non viene fatto uso di funzioni-obiettivo da ottimizzare, ma della quantità di incertezza associata ad ogni distribuzione di probabilità; in particolare - nel modello - alla distribuzione delle probabilità di viaggio da determinarsi.

Inoltre, sempre a livello di struttura di sistema, il numero dei dati noti - nell'uso standard del modello - eguaglia il numero delle incognite da determinare, essendo le correnti di traffico da assegnare soltanto le principali incognite del problema.

La struttura matematica del modello consente la gestione simulata della congestione, inoltre le procedure per l'applicazione del modello sono completamente automatizzate per mezzo di uno specifico software, che include anche la calibrazione del modello.

STREAMS

www.streams.it
info@streams.it

