

UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI NAPOLI FEDERICO II

Scuola Politecnica e delle Scienze di Base

Dipartimento di Ingegneria Civile, Edile e Ambientale



CORSO DI LAUREA TRIENNALE IN
INGEGNERIA PER L'AMBIENTE E IL TERRITORIO

TESI DI LAUREA

**Confronto tra combinazioni di modelli di utilità aleatoria (CoRUM)
con struttura additiva (ARUM) e moltiplicativa (MRUM) di errore su
un dataset reale di preferenze dichiarate sulla scelta del modo di
trasporto**

Relatore
Prof. Ing. Andrea Papola

Correlatore
Ing. Fiore Tinessa

Candidato
Luca Mattia Canale
Matr.N49/649

ANNO ACCADEMICO 2018/19

Abstract

Il concetto di scelta ha un'enorme influenza nel quotidiano vivere delle nostre comunità. Tutti noi ci troviamo spesso a pensare alle conseguenze delle nostre, o delle altrui scelte, e a trarne una serie di accorgimenti da adottare nel caso in cui la scelta dovesse ripresentarsi di nuovo. Alcuni di questi ricordi potrebbero riguardare il mondo dei sistemi di trasporto. Tutti questi ricordi, queste esperienze, danno all'individuo una serie di convinzioni riguardo alle possibili scelte di un modo di trasporto, di un percorso etc di cui probabilmente nemmeno l'individuo è cosciente. Come fare, dunque, a capire quale potrebbe essere la domanda di utilizzo di una qualsiasi infrastruttura trasportistica? Non è certo un compito facile, poiché il comportamento che ogni persona ha nelle scelte riguardanti i trasporti è influenzata da una miriade di fattori. A questo scopo, la letteratura indica i Random Utility Models (*RUM*) come lo strumento più adatto a determinare la probabilità di scelta di un'alternativa inserita in un insieme (in genere discreto) di scelte di trasporto. I RUM si basano sulle ipotesi econometriche che stanno alla base del paradigma di *homo economicus*, quali la visione del decisore come uomo razionale e massimizzatore della propria utilità percepita. Tale utilità percepita è in parte osservabile, nella sua parte sistematica (V), e in parte ignota (ε), per l'analista che, dunque, assume nei modelli di scelta che essa sia una variabile aleatoria. L'utilità aleatoria è data, seguendo il classico approccio additivo degli Additive Random Utility Model (*ARUM*), dalla somma dei due contributi summenzionati. Per quanto siano uno strumento di facile e consolidata applicazione, i RUM sono afflitti da una serie di problemi applicativi. Tra i più significativi c'è la riproduzione degli effetti della similarità tra le alternative, che vengono generalmente trattate mediante ipotesi sulle correlazioni stocastiche tra le utilità delle stesse, che influenzano enormemente le probabilità di scelta di ogni individuo. I modelli in grado di cogliere tali correlazioni sono vari. Tuttavia, tali modelli sono in grado di risolvere solo parzialmente il problema per via delle soggiacenti assunzioni di omoschedasticità della matrice di covarianze (modelli della classe GEV), ovvero presentano complesse formulazioni in forma non chiusa, le cui matrici di correlazione sono onerose da definire, identificare e simulare (modelli Probit e Mixed Logit).

Negli anni recenti (Fosgerau et al., 2009) si è cominciato a parlare di approccio moltiplicativo al calcolo dell'utilità aleatoria, da cui scaturiscono una famiglia di modelli, chiamati Multiplicative Random Utility Models (*MRUM*), i quali riescono a rilassare il limite dell'omoschedasticità della matrice delle covarianze proprio di tutti i modelli GEV, senza dover intraprendere onerose specificazioni con modelli in forma non chiusa. Lo scopo di questa tesi è mostrare la maggior efficacia dei MRUM in fase di calibrazione, avvalendosi dei dati contenuti in un dataset reale di scelte di mobilità riguardanti contesti extra-urbani su scala nazionale. Tra i modelli presi in considerazione nella sperimentazione c'è il CoNL (Combination of Nested Logit), modello di scelta della famiglia dei Combination of Random Utility Model (*CoRUM*), il quale ha già dato buoni risultati sullo stesso dataset reale di scelta del modo di trasporto (Papola, 2016), su dataset sintetici (Tinessa et al., 2017) e nell'applicazione alla scelta del percorso, sia su reti test (Papola et al., 2018) che su reti reali (Tinessa et al., 2019, forthcoming). Specificando il CoNL con approccio moltiplicativo si ottiene un modello semplice e flessibile che rilassa il limite dell'omoschedasticità della matrice delle covarianze rispetto alla sua controparte additiva.

Il lavoro di tesi si articola come segue: il Capitolo 2 introduce i concetti base e riporta lo stato dell'arte relativo alle principali formulazioni RUM; il Capitolo 3 verte sulla fase di sperimentazione, descrivendo il dataset di scelte, la metodologia di confronto tra modelli, nonché i risultati della calibrazione e validazione degli stessi; il Capitolo 4 riporta una sintesi delle conclusioni del lavoro svolto.

Dai risultati raccolti nel Capitolo 3 si può vedere come i MRUM forniscano, in fase di calibrazione, migliori capacità di regressione delle corrispettive formulazioni specificate con approccio additivo. Per confrontare la bontà di regressione (*goodness of fit*) dei vari modelli sono stati usati due indicatori: il logaritmo della verosimiglianza e il ρ^2 corretto. Sono state usate 3 specificazioni per ogni modello, ovvero una specificazione nel classico spazio delle Preferenze, una nello spazio Willingness to pay (WTP), dove vengono calibrate le

disponibilità a pagare in maniera diretta, e infine una specificazione MRUM nello spazio WTP. Nei grafici seguenti sono illustrati i risultati tabellati in Capitolo 3:

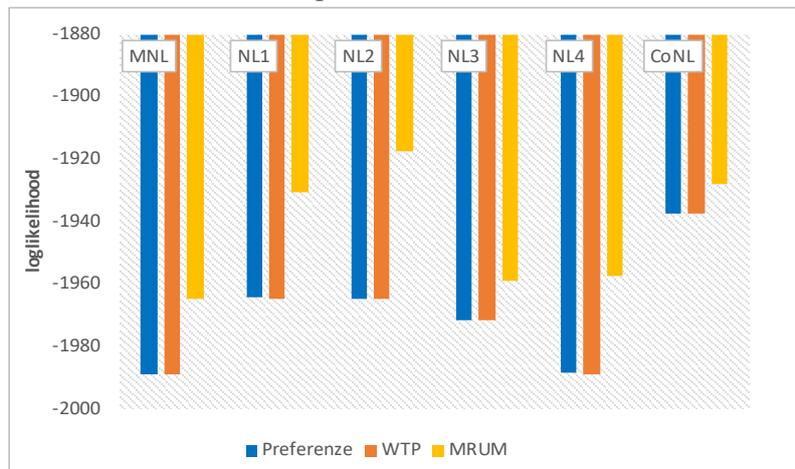


Grafico 1: loglikelihood su dataset di 1688 osservazioni

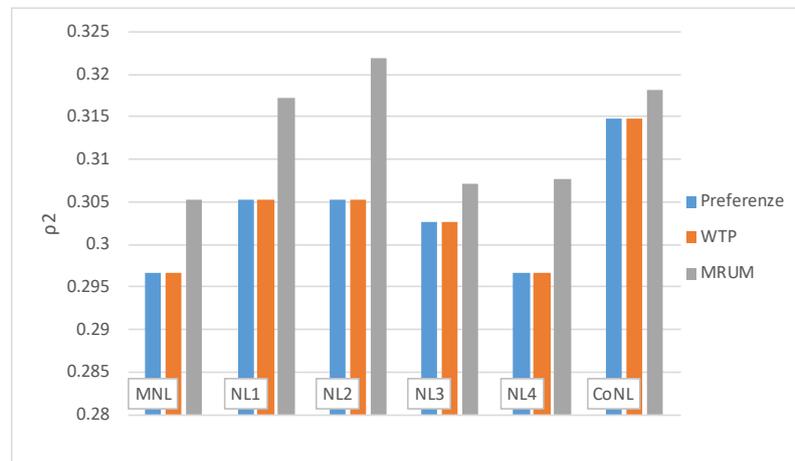


Grafico 2: ρ^2 su dataset di 1688 osservazioni

Inoltre, dalla fase di validazione, si evince come i parametri calibrati risultino, a parte rare eccezioni, sempre ampiamente significativi rispetto al livello di confidenza del 95%. Dunque, in virtù dei risultati sperimentali ottenuti, si evidenzia come tutti i modelli testati con approccio moltiplicativo possano essere più efficaci delle loro controparti additive, in quanto rilassano l'ipotesi di omoschedasticità tipica dei modelli additivi di tipo GEV, consentendo di tenere conto dell'effetto dell'eterogeneità della dispersione degli errori aleatori. Tale risultato apre interessanti scenari operativi. Infatti, attraverso l'approccio moltiplicativo, diviene possibile sfruttare modelli in forma chiusa, già di per sé flessibili nel riprodurre gli effetti delle correlazioni tra le utilità, quali il CoNL (Papola, 2016), anche per riprodurre fenomeni di eterogeneità nella dispersione degli errori aleatori, senza ricorrere a modelli più complessi (Probit, Mixed GEV), i quali richiedono onerose simulazioni, caratterizzati inoltre da complessi problemi di identificabilità dei parametri (Walker et al., 2007).

Uno sviluppo di ricerca futuro è sicuramente rappresentato dall'applicazione di formulazioni moltiplicative del CoNL anche per la dimensione di scelta del percorso, nonché l'estensione dell'approccio a modelli che tengono conto anche dell'eterogeneità dei gusti (Mixed CoNL; Tinessa et al, 2019, forthcoming).