

**Dottorando: Maria Silvia Pini**  
**Controrelatore: Andrea Lodi**

## **Titolo della Tesi: Reasoning with Preferences and Uncertainty**

### **Struttura della Tesi e Risultati:**

La tesi di Maria Silvia Pini si apre con un capitolo introduttivo in cui vengono discusse le motivazioni del lavoro e inquadrati insieme allo stato dell'arte anche gli obiettivi e i risultati. Nei successivi quattro capitoli vengono descritti i risultati principali della tesi e infine nell'ultimo capitolo vengono discusse le conclusioni.

Nel capitolo introduttivo viene discusso il concetto di preferenza che rappresenta il filo conduttore di tutta la tesi. La preferenza si può configurare come vincolo di tipo "soft", un vincolo cioè che non deve essere soddisfatto in maniera stretta (a differenza del vincolo classico cosiddetto "hard"), ma con un certo grado di preferenza appunto. Tale preferenza può essere ad esempio espressa come probabilità di soddisfacimento del vincolo stesso oppure attribuendo uno score che misura l'interesse del soddisfacimento del vincolo. Il concetto di preferenza viene analizzato in diversi contesti nei successivi capitoli.

Il capitolo due ha come soggetto la generalizzazione delle tecniche di soluzione di problemi con preferenze al caso in cui nel problema ci siano degli elementi "incerti" cioè una parte di esso non sia conosciuta a priori. Le tecniche classiche in questo contesto prevedono di trattare l'incertezza rendendola omogenea alla preferenza con l'evidente problema di trattare come ugualmente interessanti due soluzioni che abbiamo l'una un alto livello di probabilità e un basso grado di preferenza e l'altra, viceversa, un'alta preferenza e una bassa probabilità. Il capitolo presenta un diverso, più sofisticato, approccio per gestire contemporaneamente preferenza e incertezza usando diverse metriche per valutare la qualità delle soluzioni. Ci si concentra prima sul caso delle preferenze cosiddette "fuzzy" (in cui l'obiettivo è la massimizzazione della preferenza minima) per poi passare al caso più generale. Problemi con preferenze e incertezza vengono quindi risolti attraverso un metodo computazionale specifico in ambito Programmazione a Vincoli.

Nel capitolo tre viene osservato come il formalismo dei vincoli "soft" modelli solamente la situazione di preferenze "negative" cioè preferenze che misurano l'avversione nei confronti di una certa soluzione o parte di essa. In linea generale le preferenze descrivono invece anche una situazione "positiva" cioè l'interesse nei confronti di una soluzione e nel capitolo si argomenta come considerare simultaneamente entrambi i tipi di preferenze abbia vantaggi dichiarativi. Il capitolo descrive quindi le tecniche per estendere i vincoli "soft" a considerare un sistema bipolare che comprende cioè preferenze negative e positive allo stesso tempo e viene sviluppato un algoritmo di Programmazione a Vincoli per risolvere tali problemi. Il metodo viene anche esteso e testato nel caso della presenza di incertezza.

Gli ultimi due capitoli riguardano l'aggregazione delle preferenze, i casi cioè in cui le preferenze vengono espresse non da un unico agente, ma da un gruppo. Lo scenario considerato si inserisce nelle cosiddette "Social Welfare Theory" e "Social Choice Theory" ed è particolarmente studiato nell'ambito dei sistemi di voto. La maggior parte dei risultati in questo settore riguardano equità e manipolabilità e assumono la presenza di un ordine totale delle soluzioni possibili. Il capitolo estende questi noti risultati della letteratura in due direzioni. Nella prima parte si generalizzano i concetti e i risultati assumendo un ordine parziale delle soluzioni, cioè ammettendo che due soluzioni siano tra loro non confrontabili. Nella seconda parte invece si considera – oltre all'ordine parziale -- il caso in cui una parte degli agenti non esprima una preferenza (ad esempio per ragioni

di privacy) e quindi che la conoscenza sia incompleta (in qualche modo incerta). In questa parte viene studiata la complessità di individuare la soluzione ottima in assenza di una parte dei dati e viene dimostrato che il problema è in generale NP-completo. Vengono poi analizzati alcuni casi particolari in cui invece sia possibile calcolare la soluzione ottima in tempo polinomiale e vengono anche studiati algoritmi di approssimazione in cui si individuano cioè delle soluzioni sovrabbondanti all'interno delle quali si può dimostrare che sia presente la soluzione ottima (un esempio nel caso specifico del voto è quello di individuare un sottoinsieme di candidati all'interno del quale c'è sicuramente il sottoinsieme di quelli eletti) in tempo polinomiale e in presenza di condizioni particolari.

Il capitolo sei traccia le conclusioni complessive della tesi.

### **Giudizio finale:**

La tesi di dottorato di Maria Silvia Pini è ben strutturata e completa. Contiene certamente una rilevante quantità di risultati innovativi e interessanti e si caratterizza per l'omogeneità degli argomenti trattati avendo valutato l'impatto dell'incertezza (in diverse accezioni) in molti contesti in cui la preferenza è parte integrante del problema. Il contenuto matematico della tesi è certamente di ottimo livello sia in termini di strumenti matematici utilizzati sia come sviluppo di tecniche di soluzione innovative. La prima parte della tesi si inquadra maggiormente nell'ambito dell'Intelligenza Artificiale mentre gli aspetti della seconda (capitoli quattro e cinque) fanno certamente parte della Ricerca Operativa e dell'Economia (o Scienze Sociali in generale) e l'analisi di complessità insieme allo sviluppo di tecniche approssimate si configurano perfettamente negli ambiti della Matematica Computazionale a cui il dottorato fa riferimento.