



# Primo incontro – assegno di ricerca FSE

---

Francesca Rossi

Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata  
Universita' of Padova

# Tempi e partner

---

- Assegno di ricerca annuale
- Iniziato l'1 Maggio 2011
- Sede di lavoro: Dip. Matematica Pura ed Applicata, Univ. Padova (seminari e colloqui anche presso le aziende)
- Finanziato da FSE e bandito da Univ. Padova
- Partner:
  - Università' di Padova
    - Dipartimento di Matematica Pura ed Applicata, responsabile F. Rossi
  - Varie aziende
    - Allos, Marchetti Costruzioni Meccaniche, Ocem, San Marco Informatica, Officine Stefanelli
  - SAPI, Confindustria
- Parte di un progetto di 2 assegni di ricerca (sulla gestione dell'informazione nell'azienda)

# Tema dell'assegno (1)

---

- Schedulazione intelligente di attività in presenza di risorse limitate e matching (accoppiamento) stabile ed efficiente tra domanda e offerta
  - Studio, sia teorico che applicativo, delle tecnologie esistenti
  - Analisi della situazione territoriale su questi temi
  - Studio dell'uso di tali tecniche e/o lo sviluppo di tecniche innovative e specifiche, per un loro rapido uso nel territorio

# Tema dell'assegno (2)

---

- Tecniche di intelligenza artificiale e di ottimizzazione combinatoria per schedulare attività che necessitano di risorse, in un contesto di risorse limitate
- Scenari in cui le risorse sono fornite da più agenti
- Varie forme di incertezza (mancanza di dati o dati imprecisi)
- In contesti di negoziazione tra due parti, studio di tecniche per accoppiare le domande con le offerte in modo da soddisfare le preferenze e i vincoli tra le parti

# Perche' questo tema?

---

- **Schedulazione efficiente**
  - Tematica strategica per l'organizzazione efficiente delle risorse in organizzazione complesse
- **Accoppiamento stabile tra domanda e offerta**
  - Aspetto specifico della schedulazione

# Scopo dell'assegno e struttura di tutoraggio

---

- Promuovere l'innovazione sul territorio regionale
- Costruire competenza tecnologica e metodologica sui temi, spendibile sul territorio in ambito professionale
- Raccordo tra Univ. di Padova e aziende partner
  - Definizione contenuti formativi
  - Elaborazione requisiti e scenari operativi
  - Conduzione e valutazione di casi di studio concreti
- Responsabile accademico (piu' eventuali altre figure accademiche)
  - Francesca Rossi (prof. Ordinario) e K. Brent Venable (ricercatrice)
- Esperti aziendali (almeno uno per azienda coinvolta)
  - Ruolo di supporto per l'individuazione di problematiche di particolare rilevanza per il mondo del lavoro

# Piano preventivo dei primi 6 mesi

---

- Soprattutto confronto con le aziende partner
  - Individuazione di tematiche di ricerca di interesse comune
- Identificazione di scenari operativi di interesse sui cui concentrare le attività' di ricerca
- Inizio dei lavori teorici sugli scenari operativi individuati

# Attività'

---

1. Studio dello stato dell'arte sulle tematiche dell'assegno
2. Individuazione tematiche di ricerca di interesse comune per le aziende
3. Identificazione scenari operativi e relativi obiettivi di interesse per le aziende
4. Studio aspetti teorici relativi alle tematiche e scenari individuati in 2 e 3



# Metodologie operative

---

- Per attività' 1: studio approfondito tematica e principali tecniche esistenti per affrontarla
- Per attività' 2: Incontri fra tutor, assegnista e aziende
  - Illustrare alle aziende le aree di ricerca di potenziale interesse
  - Individuazione della aree piu' promettenti
  - Proposta dell'assegnista delle aree su cui focalizzare la ricerca
- Per attività' 3: identificazione scenari operativi e definizione obiettivi da raggiungere
- Per attività' 4: approfondire aspetti teorici delle aree e scenari, ricerca in letteratura scientifica

# Metodologie utili per tutte le attività'

---

- Incontri tra assegnista e aziende partner
- Posta elettronica
- Scrittura e scambio documenti
- Seminari
- Sito web
- Descrizione linee di lavoro, metodologie, tecniche applicate, risultati
- Scrittura di articoli scientifici e loro presentazione a convegni nazionali e internazionali

# Risultati attesi nei primi 6 mesi

---

- Individuazione aree di ricerca di comune interesse
- Identificazione scenari operativi relativi alle aree
- Definizioni obiettivi da raggiungere negli scenari individuati
- Acquisizione di conoscenza dello stato dell'arte relativa alle aree e scenari
- Relazione semestrale (dell'assegnista e del responsabile accademico)

# Gruppo di ricerca accademico

---

- Francesca Rossi (prof. ordinario informatica)
- K. Brent Venable (ricercatore informatica)
- L'assegnista di ricerca (Maria Silvia Pini)

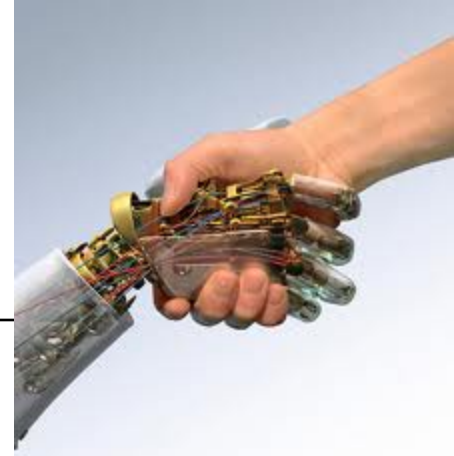
# Competenze scientifiche

---

- Area di ricerca principale: Intelligenza artificiale
- Sottoaree:
  - Sistemi di supporto alle decisioni
  - Ragionamento con preferenze
  - Aggregazione di preferenze multi-agente
  - Schedulazione di attività'
  - Ragionamento con incertezza
  - Configuratori
  - Ragionamento temporale
  - Accoppiamento stabile

# Intelligenza Artificiale

---



- Cos'è una macchina intelligente?
  - Risolve specifici problemi o effettuare ragionamenti che non possono essere compresi pienamente dalle capacità cognitive umane
- Non sostituisce, ma aiuta l'umano in molte attività'
- Non simula necessariamente il funzionamento del cervello umano e non deve saper risolvere problemi di ogni tipo
- Non deve essere cosciente di ciò che fa

# Alcuni domini di applicazione dell'IA

---

- Sistemi esperti (medicina, altri campi dove serve un esperto umano)
  - Scacchi o altri giochi
  - Sistemi di schedulazione di aerei
  - Gestione turni personale
  - Robot per ospedali
  - Lettori per ciechi
  - Traduzione, comprensione del linguaggio naturale
  - Biologia e genomica
  - Riconoscimento di oggetti, visione
  - Sostenibilita'
  - Ricerca su web, aste online
- 
- Non c'è un'intelligenza general-purpose
  - Ma aiutano gli uomini a compiere in modo intelligente lavori specifici che altrimenti sarebbero eseguiti meno bene o non eseguiti affatto

Poster by:

# AAAI

## Association for the Advancement of Artificial Intelligence

AI Magazine

Poster development supported in part by



Optimizing Paths & Flows

Planning

Plan Recognition

AI & Creative Expression

AI in Art

AI in Music

Humanoid Robots

Intelligent Tutoring

Autonomous Vehicles & Safety

Robot Guides & Assistants

Augmenting Cognition

Ubiquitous Computing

Social Computing

Gesture Recognition

Multimodal Interfaces

Mixed-initiative Collaboration

Autonomous Space Exploration

AI and Preferences, Media & Entertainment

Descartes

Aristotle

Robots For Education

Robotic Surgery

Home Robotics

Leibniz

HOW CAN WE DESIGN ROBOTS THAT CAN INTERACT WITH PEOPLE?

Assistive Technology

Diagnosis

Drug Design

Scientific Discovery

Security & Privacy

Whitehead

Lovelace

Russell

Turing

Handwriting & Sketch Recognition

BOOKS & COFFEE

Recommender Systems & Question Answering

Search & Retrieval

Communications Triage

User Modeling

Vehicle Navigation

Machine Translation

Eco computing

HOW CAN WE DESIGN ROBOTS THAT CAN INTERACT WITH PEOPLE?

See the AI timeline and more at [www.aaai.org/AILandscape](http://www.aaai.org/AILandscape)

# The AI Landscape

David Leake, Indiana University, Poster Development Committee Chair  
Poster Design: Giacomo Marchesi, [www.GiacomoMarchesi.com](http://www.GiacomoMarchesi.com)



# Sistemi di supporto alle decisioni

---



- Sistema software che aiuta
  - persone
  - aziende
  - gruppia prendere decisioni sulla base dei dati a disposizione
  - Spesso dati mancanti o imprecisi
- Alcuni esempi:
  - Scegliere un prodotto da un catalogo
  - Allocare delle risorse in modo ottimo
  - Scegliere un tragitto ottimo per un veicolo
  - Pianificare delle attività
  - Creare l'orario delle lezioni
  - ecc.

# Esempio: orario delle lezioni

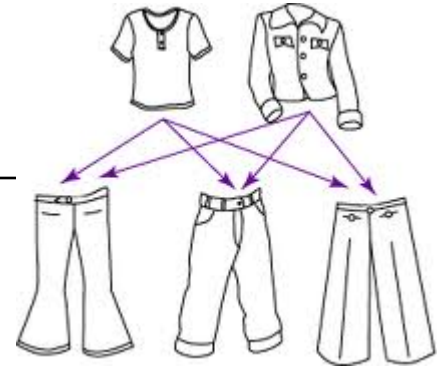
- Aule con una capienza
- Insegnamenti con docente e numero di studenti
- Struttura dell'orario giornaliero
- Vincoli e preferenze
- ➔ orario settimanale dei corsi

	LUNEDÌ	MARTEDÌ	MERCOLEDÌ	GIOVEDÌ	VENERDÌ
9.00 - 10.00			Chimica bioorganica	Ch. sost. org. nat.	Chimica sostanze organiche naturali
10.00 - 11.00				Chimica bioanalitica	
11.00 - 12.00	Chimica bioorganica	Chimica bioanalitica	Laboratorio chimica sistemi biologici		Laboratorio chimica sistemi biologici
12.00 - 13.00					
13.00 - 14.00					
14.00 - 15.00					
15.00 - 16.00					
16.00 - 17.00		Chimica sostanze organiche naturali			
17.00 - 18.00					

Tutte le lezioni si terranno nell'aula 6.  
Eccezionalmente la lezione di "Chimica delle sostanze organiche naturali" del 10.03.09 si terrà dalle 13 alle 15.  
Le lezioni di "Laboratorio chimica sistemi biologici" inizieranno il 13.03.09 alle ore 13.00 in aula 6.

# Molte possibili decisioni

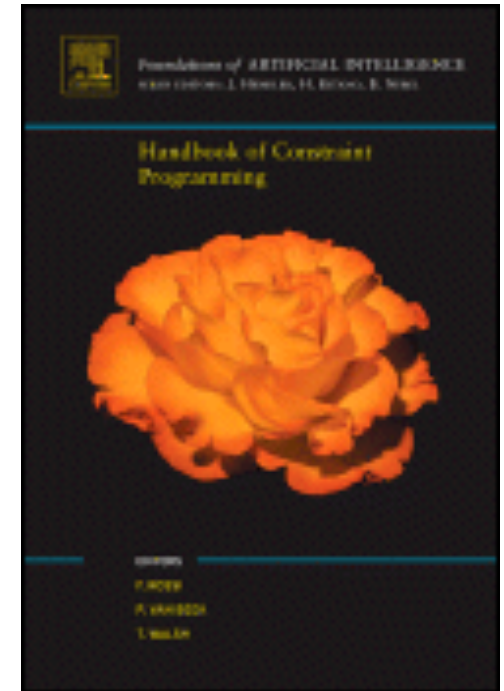
---



- Struttura combinatoria
- Esempio:
  - un prodotto ha varie caratteristiche, ogni caratteristica ha varie opzioni → una decisione e' una scelta di una opzione per ogni caratteristica
  - Se 5 caratteristiche e 3 opzioni per caratteristica, ci sono 243 possibili decisioni
- In seguito
  - caratteristiche = variabili decisionali
  - opzioni = valori delle variabili
- Decisione = scegliere un valore per ogni variabile
  
- Come formalizzare i vincoli e le preferenze sull'insieme delle possibili decisioni?

# Vincoli e preferenze

- **Vincoli:** restrizioni si/no su alcune combinazioni di variabili
  - Un docente non puo' insegnare due corsi nella stessa ora
  - Un aula da 100 posti non puo' contenere una lezione con 150 studenti
- **Preferenze:** versione piu' tollerante dei vincoli
  - Meglio non lasciare ore vuote nella giornata
  - Un docente preferisce non insegnare la mattina presto
- Se esprimiamo anche le preferenze come vincoli
  - spesso nessuna soluzione, o
  - molte soluzioni che sembrano ugualmente preferite



# Due modi principali di descrivere le preferenze

---

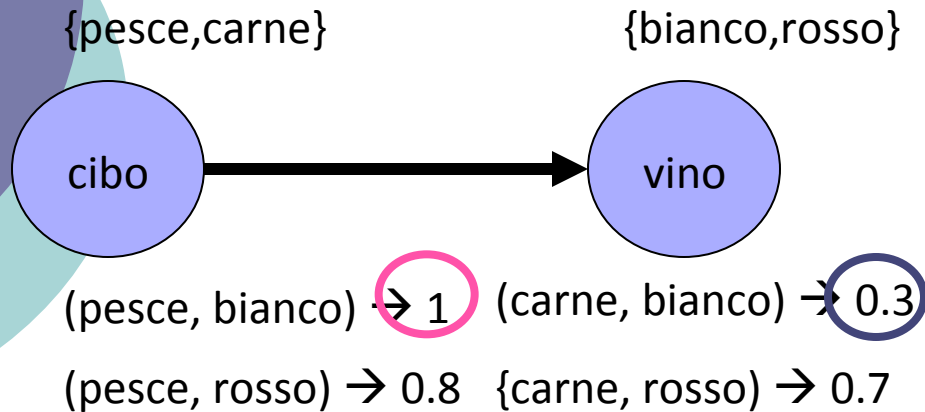
- **Quantitativo:**
  - Scala di valori (esempio: da 0 a 1)
  - Un valore per ogni possibile decisione
  - Esempio: il gelato mi piace 0.9, la frutta mi piace 0.5, valore piu' alto vuol dire piu' preferito
- **Qualitativo:**
  - Paragone tra due possibili decisioni
  - Esempio: preferisco il gelato alla frutta
- Vari formalismi/strumenti IA per esprimere le preferenze
  - Caratteristiche diverse: espressivita', complessita' computazionale, ecc.

# Esempio: vincoli fuzzy

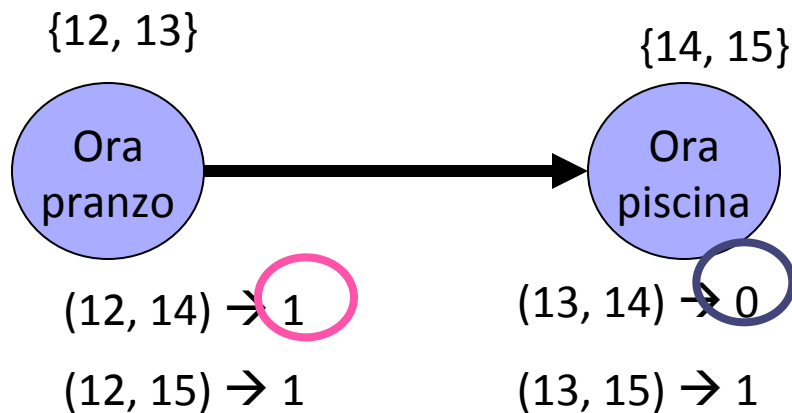
Preferenza di una decisione = minima preferenza tra le sue parti

Cerco una decisione con massima preferenza

Scala valori: tra 0 e 1

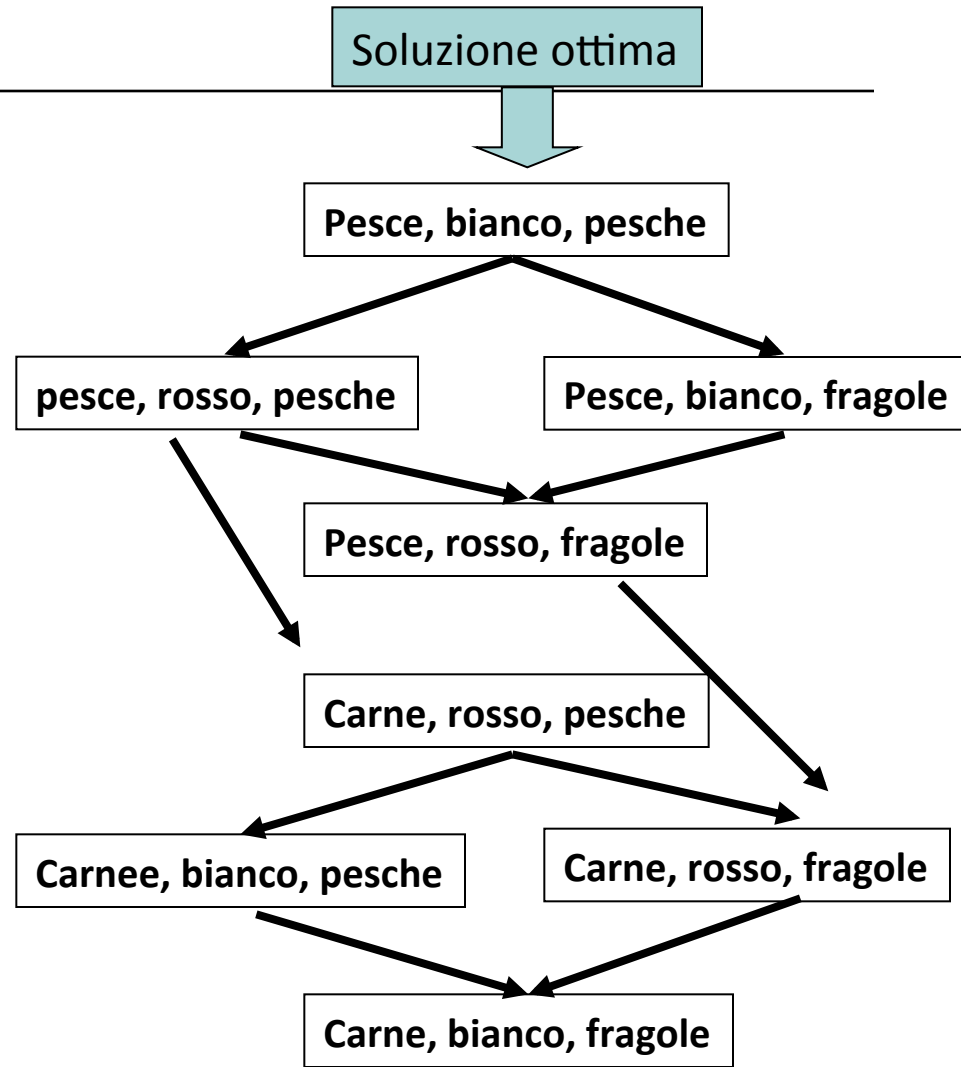
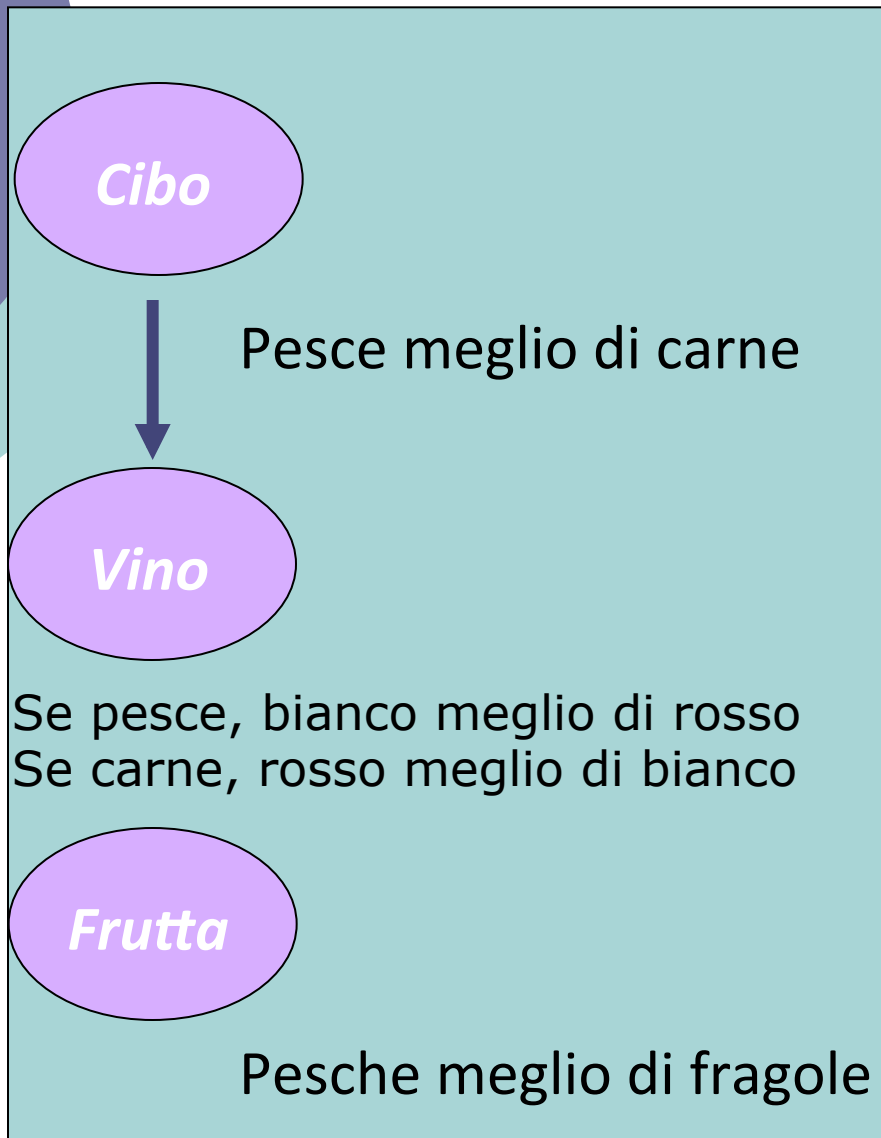


Decisione A	
Ora pranzo=	13
Cibo =	carne
Vino=	bianco
Ora piscina=	14
pref(A) = min(0.3, 0) = 0	



Decisione B	
Ora pranzo=	12
Cibo =	pesce
Vino=	bianco
Ora piscina =	14
pref(B) = min(1, 1) = 1	

# Esempio: CP-net



# Caratteristiche dei due formalismi

---

**Ordinamenti di preferenze**

**Trovare una decisione ottima**

**Paragonare due decisioni**

**Trovare un'altra decisione**

**Controllare se una decisione e' ottima**

**Vincoli soft**

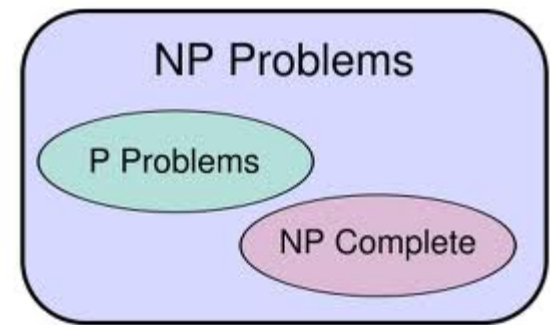
**CP nets (acicliche)**

tutti	solo alcuni
difficile	facile
facile	difficile
difficile	facile
difficile	facile



# Facile/difficile?

---



- **Facile**: esiste un algoritmo che ha bisogno di un tempo che cresce come un polinomio (quindi poco) al crescere della grandezza dell'input
  - Formalmente: il problema da risolvere è nella classe P
- **Difficile**: non si è trovato un algoritmo polinomiale
  - Formalmente: il problema da risolvere è nella classe NP (NP-completo)
  - Nota: non è detto che non ci sia!
    - P vs. NP è uno dei maggiori problemi aperti dell'informatica
- Per problemi difficili, euristiche che possono aiutare nel caso medio, o casi trattabili

# Ragionamento con incertezza/imprecisione

---

- Alcune preferenze possono mancare
  - Fornite solo su richiesta per minimizzare il costo di costruire la base di conoscenza
  - Anche questioni di privacy
- Altre possono essere vaghe o imprecise
  - Sensori che danno informazioni approssimate
- Variabili di cui non possiamo decidere il valore
  - Esempio: dobbiamo schedare le attività di un satellite che fotografa la terra, le foto si possono fare solo quando non ci sono nuvole, la scomparsa delle nuvole non dipende da noi

→ decisione robusta oltre che ottima

# Preferenze multi-agente

---

- Preferenze sull'insieme di decisioni, che arrivano da varie sorgenti
- Esempio: schedulare un incontro di lavoro
  - Decisione = orario
  - Ogni partecipante ha le sue preferenze sui vari orari
- Scegliere una decisione che soddisfi al meglio l'insieme di "agenti"
- Agente: persona, sottosistema sw/hw, ecc.

# Teoria dei voti (social choice)

---

- Area a cavallo tra matematica, economia, scienze politiche
- Votanti, candidati, elezione, vincitore
  - Votanti = agenti
  - Candidati = possibili decisioni
  - Elezione = programma che individua una decisione (il vincitore)



# Teoria dei voti vs. IA

---



- Può aiutare in un sistema IA multi-agente
  - Gli agenti votano esprimendo le loro preferenze sulle decisioni possibili
  - La teoria dei voti ci dice quale decisione è la migliore
- Ma bisogna considerare anche altri aspetti importanti
  - Molte possibili decisioni
  - Formalismi per rappresentare le preferenze di ogni agente
  - Costo di avere le preferenze dagli agenti
  - Preoccupazioni computazionali
  - Possibile incertezza/imprecisione

# Schedulazione di attività'

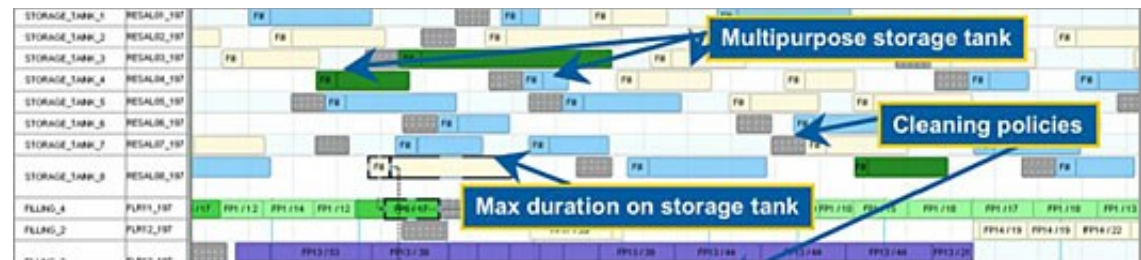
---

- Ragionamento basato sui vincoli del problema
- I vincoli non solo come test, ma come componente attiva che aiuta a capire che valori dare alle variabili decisionali
  - scelte da fare, risorse da allocare, attività' da schedulare, ecc.

riducendo i tempi di creazione della schedulazione

# Esempio di strumento esistente

- IBM ILOG CPLEX CP Optimizer
- Usa la programmazione con vincoli per risolvere problemi di schedulazione
- Minimizza costi di ritardo, durata, e non esecuzione
- Modella l'intera schedulazione e le dipendenze tra task



# Schedulazioni ottimizzate per:

---

- Generazione energia
- Strategia di distribuzione
- Acquisto e immagazzinamento di gas naturale
- Rifornimento di Bancomat
- Turnazione infermieri negli ospedali
- Produzione acciaio
- Gare per servizi di mensa scolastica
- Allocazione equipaggi agli aerei
- Previsione richiesta di letti d'ospedale



# Configuratori

---

- Strumenti software che supportano la definizione di prodotti
  - tramite composizione di sottoparti con vincoli di compatibilità che rispecchiano al meglio le esigenze di un cliente
- Esempio: un PC composto da monitor, CPU, hard disk, tastiera, mouse, ecc.
- Vantaggi
  - Personalizzazione
  - Eliminazione errori
  - Minor capitale e sovrapproduzione
  - Migliore conoscenza dei desideri dei clienti
  - Miglior servizio ai clienti
- Esempi nel sito [www.configurator-database.com](http://www.configurator-database.com)
- Sfide
  - Integrazione con processi interni all'azienda

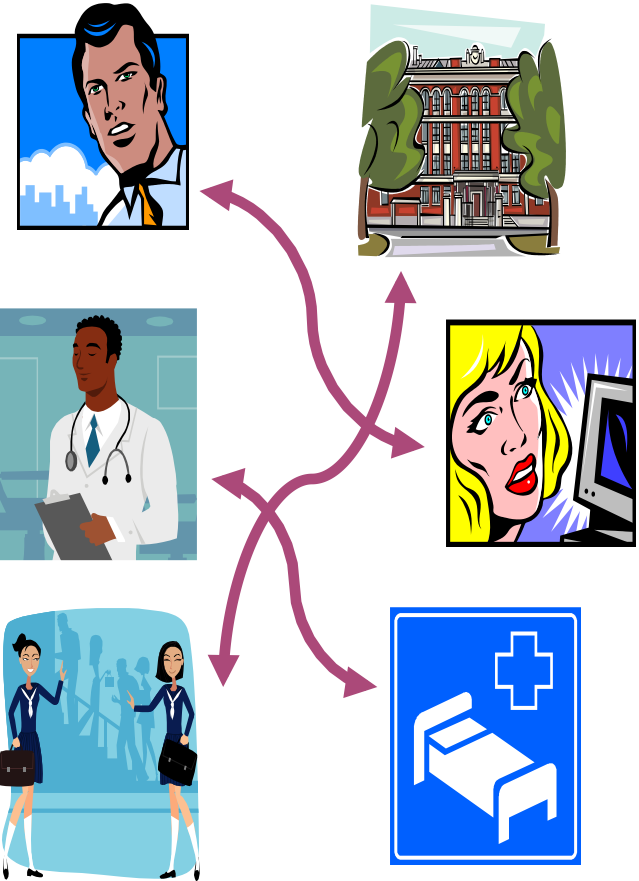
# Ragionamento temporale

---

- I vincoli o le preferenze possono essere di tipo temporale
  - Sulla durata di un evento, o la distanza tra due eventi
- Esempi:
  - Schedulazione di attività di satelliti: bisogna fare le foto quando non ci sono le nuvole
  - Il tetto deve essere costruito dopo aver messo le fondamenta
  - Non posso fare due cose allo stesso tempo (se ad esempio usano la stessa risorsa)
- Strumenti software che riescono a gestire efficientemente vari tipi di vincoli/preferenze temporali

# Accoppiamento stabile

- Due parti
  - Studenti e scuole, medici e ospedali, chi cerca lavoro e le aziende che lo offrono, marinai e navi, ecc.
- Ognuno esprime delle preferenze sui membri dell'altra parte
- Stabile = Accoppiare membri di un tipo a membri dell'altro tipo in modo che nessuno sia insoddisfatto



# Stabilita'

---

- L'insieme di coppie  $e'$  tale che non c'è nessun dottore e nessun ospedale  $o$  tali che
  - $d$  preferisce  $o$  al suo ospedale
  - $o$  preferisce  $d$  al suo dottore

# Esempio

Robert	:	Rina	>	Carla	>	Maria
Paul	:	Rina	>	Carla	>	Maria
John	:	Maria	>	Rina	>	Carla
Rina	:	Robert	>	Paul	>	John
Maria	:	John	>	Robert	>	Paul
Carla	:	Paul	>	Robert	>	John

Robert ♥ Carla

Paul ♥ Rina

John ♥ Maria

Questo accoppiamento non e' stabile:

- Robert preferisce Rina a Carla
- Rina preferisce Robert a Paul

# Risultati utili

---

- Se numero dottori = numero medici, esiste **sempre** un accoppiamento stabile
  - Nessuno rimane non accoppiato
  - Qualunque siano le preferenze
  - Complessità in tempo quadratica nel numero di medici/ospedali
- Algoritmo che, tra tutti gli accoppiamenti stabili, trova quello che favorisce una delle parti

# Estensioni per risolvere problemi reali

---

- Ties: un ospedale puo' dichiarare due medici ugualmente preferibili
- Diverso numero di medici e ospedali
- Liste di preferenza incomplete
- Accoppiamento su un unico insieme
  - Esempio: dividere gli impiegati in progetti per due persone ognuno
- Trovare un accoppiamento stabile e'
  - Facile se solo ties o solo liste incomplete (tutti gli accoppiamenti hanno lo stesso numero di coppie)
  - Difficile se sia ties che liste incomplete (vario numero di coppie, e vogliamo trovare quello con piu' coppie di tutti)

# Manipolabilita'

---

- L'algoritmo citato prima e' manipolabile da chi e' sfavorito
  - Si possono dare liste di preferenza false per ottenere un risultato migliore
- Anche qualunque altro algoritmo, se si permettono le liste incomplete



# Sono usati in pratica questi algoritmi?

---

- Dottori-ospedali
  - In USA dal 1952
  - In Scozia
- Studenti-scuole
  - New York high schools dal 2004, e Boston dal 2005
  - Ammissione al college in Spagna (dal 1998) e in Ungheria (dal 1985)
  - Ammissione alla scuola secondaria in Ungheria (dal 2000)
- Professori-scuole
  - Francia, UK
- Trapianto di reni (accoppiamento pazienti-donatori)
  - Spagna, UK, USA, Australia, Paesi Bassi