

*Progetto per il Corso di  
Metodi di Ottimizzazione*

*Corso di Laurea Magistrale in  
Ingegneria Informatica*

# OPTICOOK

---

Formola Paolo  
Matr. A18000451

Prof. Alessandro Formisano

Mattia Nicola Tamburrino  
Matr. A18000469

**A.A. 2023/2024**



Università  
degli Studi  
della Campania  
*Luigi Vanvitelli*

*Scuola Politecnica e delle  
Scienze di Base  
Dipartimento di Ingegneria*

# Problema in Esame

Si vuole ottenere, sulla base di un dataset di ricette e degli ingredienti nel frigorifero a disposizione dell'utente, un “**MEAL**” ottimo, composto da primo e secondo piatto. L'ottimo sarà caratterizzato dai seguenti obiettivi:

1. Avvicinarsi quanto più possibile all'**apporto calorico** desiderato
2. Massimizzare la **quantità di ingredienti disponibili** utilizzati.
3. Garantire la **priorità** agli ingredienti **prossimi alla scadenza**.

L'obiettivo è quello di ottenere delle ricette **realizzabili** e che contengono il maggior numero di ingredienti da cucinare, garantendo priorità agli ingredienti in scadenza.

# Stato dell'Arte: Meal Planning Problem (MPP)

Meta-Heuristics		Other Methods	
Reference	Approach	Reference	Approach
Bulka et al. [20]	GA	Stigler [21]	LP
Gaál et al. [22]	GA	Leung et al. [23]	MILP
Kahraman and Seven [13]	GA	Petot et al. [24]	CBR and RBR
Wang et al. [25]	GA	Khan and Hoffmann [26]	CBR
Kashima et al. [14]	GA	Valdez-Pena and Martinez-Alfaro [27]	MILP
Osthus [28]	GA	Noah et al. [29]	RBR
SO	Funabiki et al. [16]	Kashima et al. [30]	FMP
	Gumustekin et al. [11]	Aberg [31]	Branch&Bound
	Isokawa and Matsui [17]	Lee et al. [32]	T2FO
	Hernández-Ocaña et al. [18]	Hsiao and Chang [12]	Branch&Bound
	Moreira et al. [19]	Jothi et al. [33]	CBR
MO		Kovácsnai [34]	CBR
		Chávez et al. [15]	MP and BM
		Kale and Auti [35]	DT
	Kaldrim and Köse [36]		
	Seljak [37]		
	Moreira et al. [38]		

Il nucleo dei problemi MPP è la **creazione di piani alimentari** (longevi) che rispondano a criteri complessi, includendo aspetti nutrizionali, preferenze individuali, vincoli di spesa e restrizioni dietetiche.

Il nostro problema è abbastanza simile ma fa riferimento a un unico meal anziché più meal distribuiti su più giorni. Inoltre, nella formulazione multiobiettivo del nostro problema vengono prese in considerazione sia le ricette a disposizione che gli ingredienti disponibili nel frigo dell'utente.

# Costruzione del dataset

I dati delle ricette sono stati ricavati dal sito **GialloZafferano** tramite un **web scraper**. Dopo un processo di semplificazione dei dati (conversione ad unità di misura comune, rimozione q.b., rimozione ridondanza dai nomi degli ingredienti...) si è arrivati ad ottenere un numero di:

- 871 Primi
- 548 Secondi
- 284 Ingredienti

Le quantità saranno  
esprese tutte in grammi.




# Costruzione del dataset

 Ricette ▾ Cerca una ricetta

PRIMI PIATTI | PASTA

★ 4,2/5 VOTA

## Spaghetti all'Amatriciana



721 Kcal Calorie per porzione +Info

- Difficoltà: Facile
- Preparazione: 10 min
- Cottura: 25 min
- Dosi per: 4 persone
- Costo: Basso

## INGREDIENTI

721 Kcal Calorie per porzione

- Spaghetti 320 g
- Guanciale (di Amatrice) 150 g
- Vino bianco 50 g
- Peperoncino fresco 1
- Pomodori pelati 400 g
- Pecorino romano (DOP, da grattugiare) 75 g
- Sale fino q.b.

NB: Le ricette presentano dei dosaggi in media per 4 persone.

```
{
  "title": "Spaghetti all'Amatriciana",
  "ratings": 4.2,
  "total_time": 35,
  "ingredients": [
    {
      "ingredient": "Spaghetti",
      "quantity": 320,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Pomodori pelati",
      "quantity": 400,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Guanciale",
      "quantity": 150,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Pecorino",
      "quantity": 75,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Vino bianco",
      "quantity": 50,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Sale",
      "quantity": 0.64,
      "unit": "g"
    },
    {
      "ingredient": "Peperoncino",
      "quantity": 25,
      "unit": "g"
    }
  ]
}
```

## Funzioni Obiettivo:

1. Minimizzare

$$F_1 = \left| 1 - \frac{1}{C} \sum_{i=1}^2 c_i \right|$$

2. Minimizzare

$$F_2 = \sum_{i=1}^2 \sum_j \frac{1}{q_{ij}}$$

$$q_{ij} = \begin{cases} \text{quantità dell'ingrediente } j\text{-esimo nel frigo richiesto nella recipe } i\text{-esima.} & \text{se } j \in F \\ 10^{-16} & \text{altrimenti} \end{cases}$$

In questo modo favoriamo le ricette che richiedono ingredienti presenti in quantità maggiore nel frigo

3. Minimizzare

$$F_3 = \sum_{i=1}^2 \sum_j (D_{ij})^2$$

$$D_{ij} = \begin{cases} \text{giorni rimanenti alla scadenza dell'ingrediente } j \text{ nel frigorifero} & \text{se } j \in F \\ 100 & \text{altrimenti} \end{cases}$$

In questo modo stiamo penalizzando di molto la scelta di recipe che contengono ingredienti che non si trovano nel frigo.

## Formulazione del Problema

### Notazione:

- **$i, j$** : la  $i$  si riferisce all' $i$ -esima recipe nel meal, la  $j$  al  $j$ -esimo ingrediente nella  $i$ -esima recipe.
- **$C$** : Calorie da assumere idealmente in un pasto (valore fisso, ad esempio  $C=1000$  Kcal).
- **$c_i$** : Calorie della ricetta  $i$ -esima.
- **$q_{ij}$** : Quantità dell'ingrediente  $j$ -esimo richiesto nella recipe  $i$ -esima che si trova nel frigo.
- **$D_{ij}$** : Giorni rimanenti alla data di scadenza del  $j$ -esimo ingrediente nel frigo dell'utente, nella  $i$ -esima recipe.

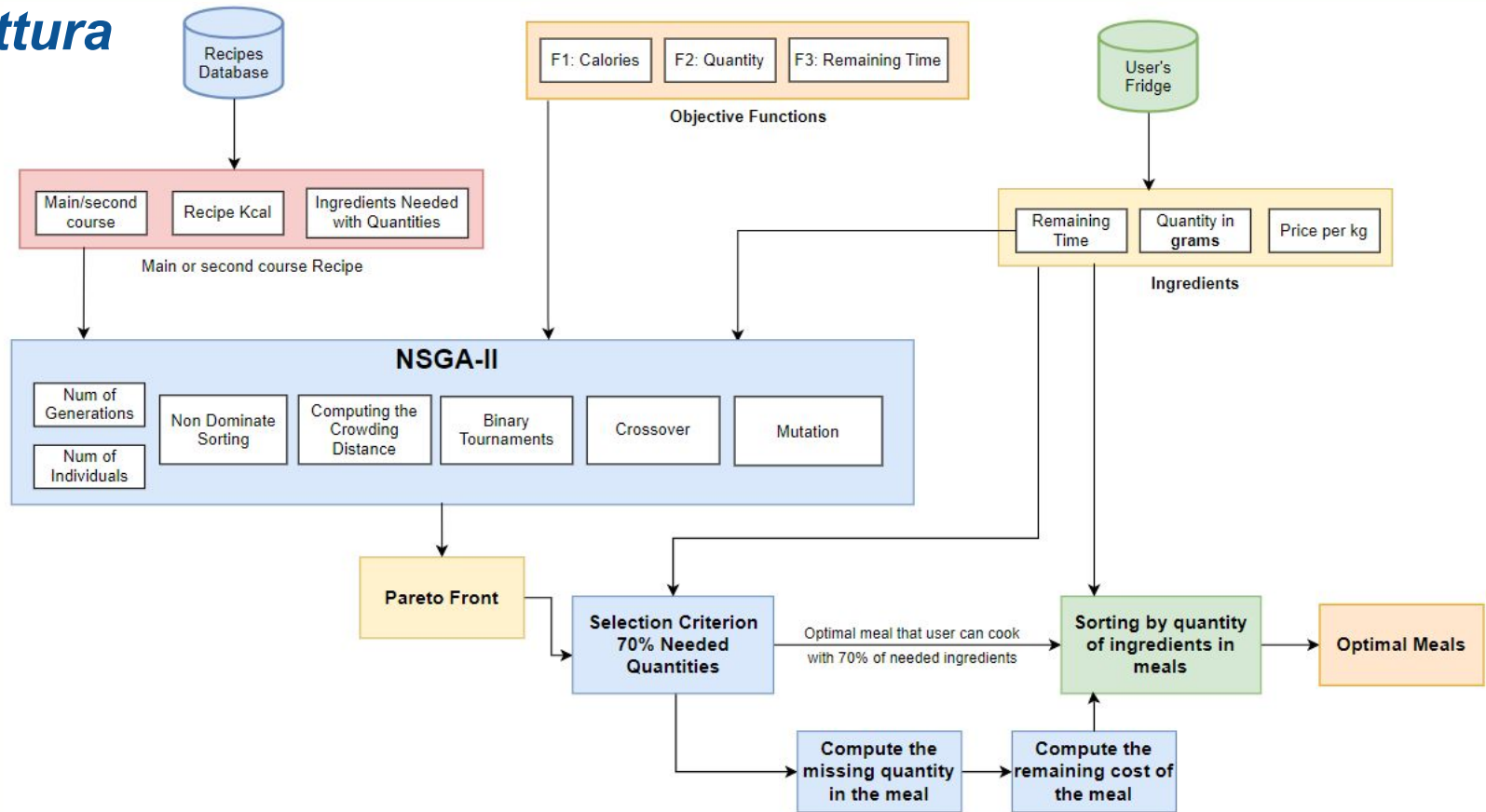
# Risoluzione del Problema

Si è deciso di utilizzare **NSGA-II** (**Non-dominated Sorting Genetic Algorithm**), in quanto, grazie al fatto che è basato sul concetto di **dominanza paretiana**, riesce ad esplorare lo spazio di ricerca in modo tale da trovare delle soluzioni che siano Pareto-ottime. In questo modo, il fronte di Pareto conterrà tutti gli **individui dominanti**, caratterizzati da una coppia di ricette tale che, se si vuole provare a migliorare uno degli obiettivi cambiando il primo o il secondo piatto, sarà inevitabile peggiorare almeno uno degli altri obiettivi.



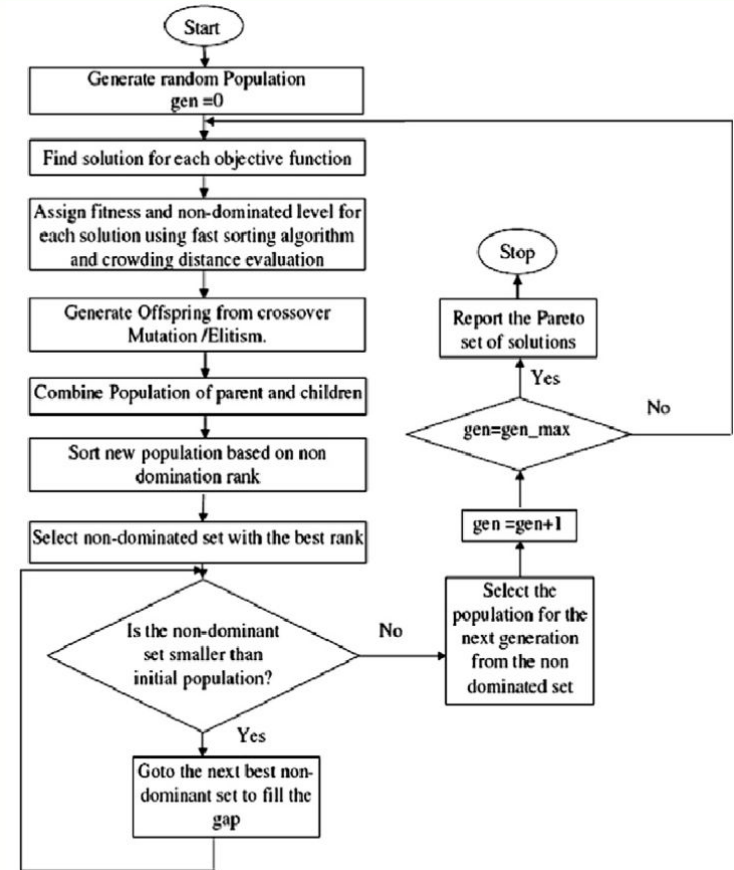
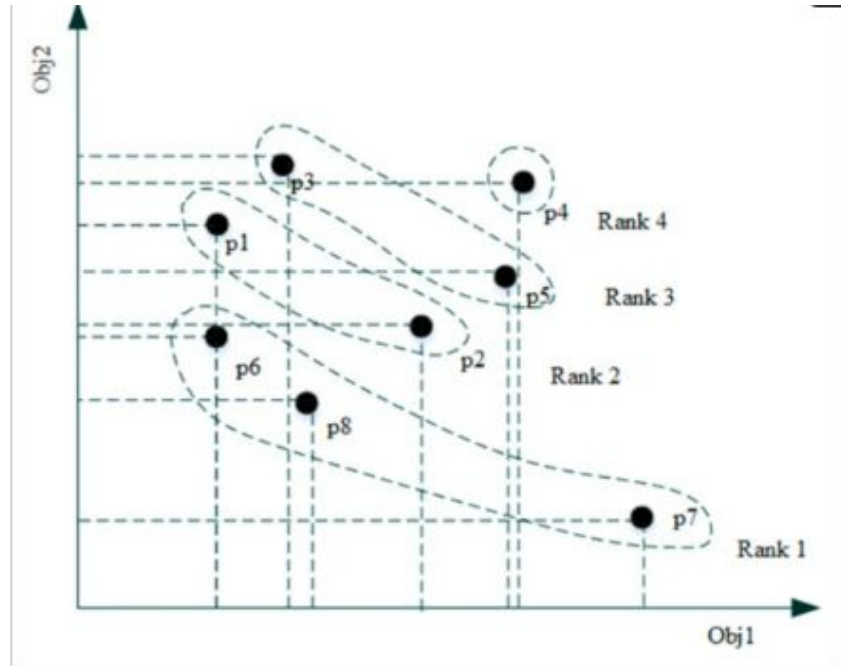


# Architettura



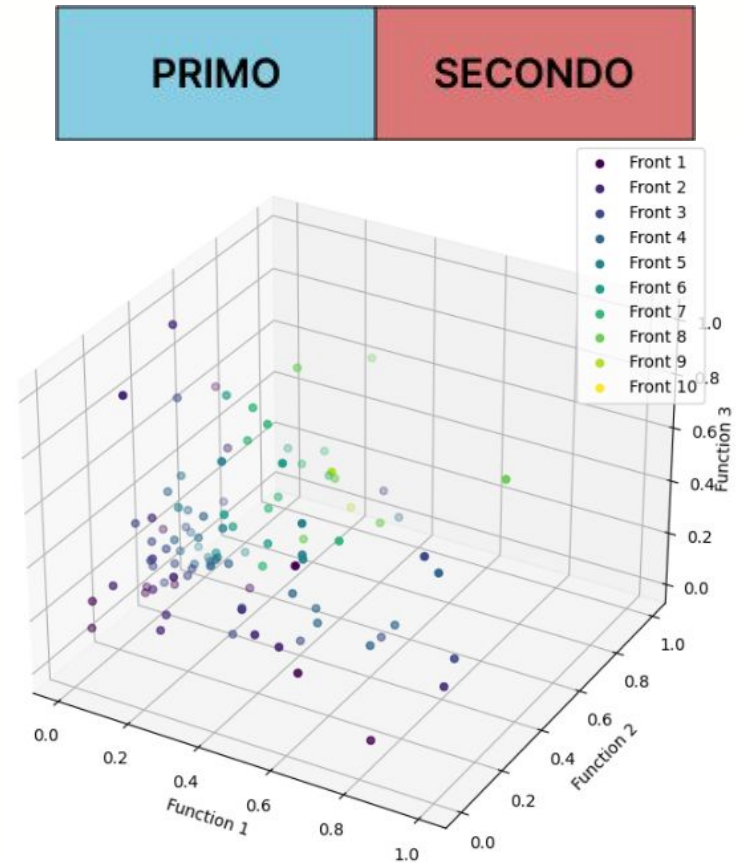


# Diagramma di flusso di NSGA-II

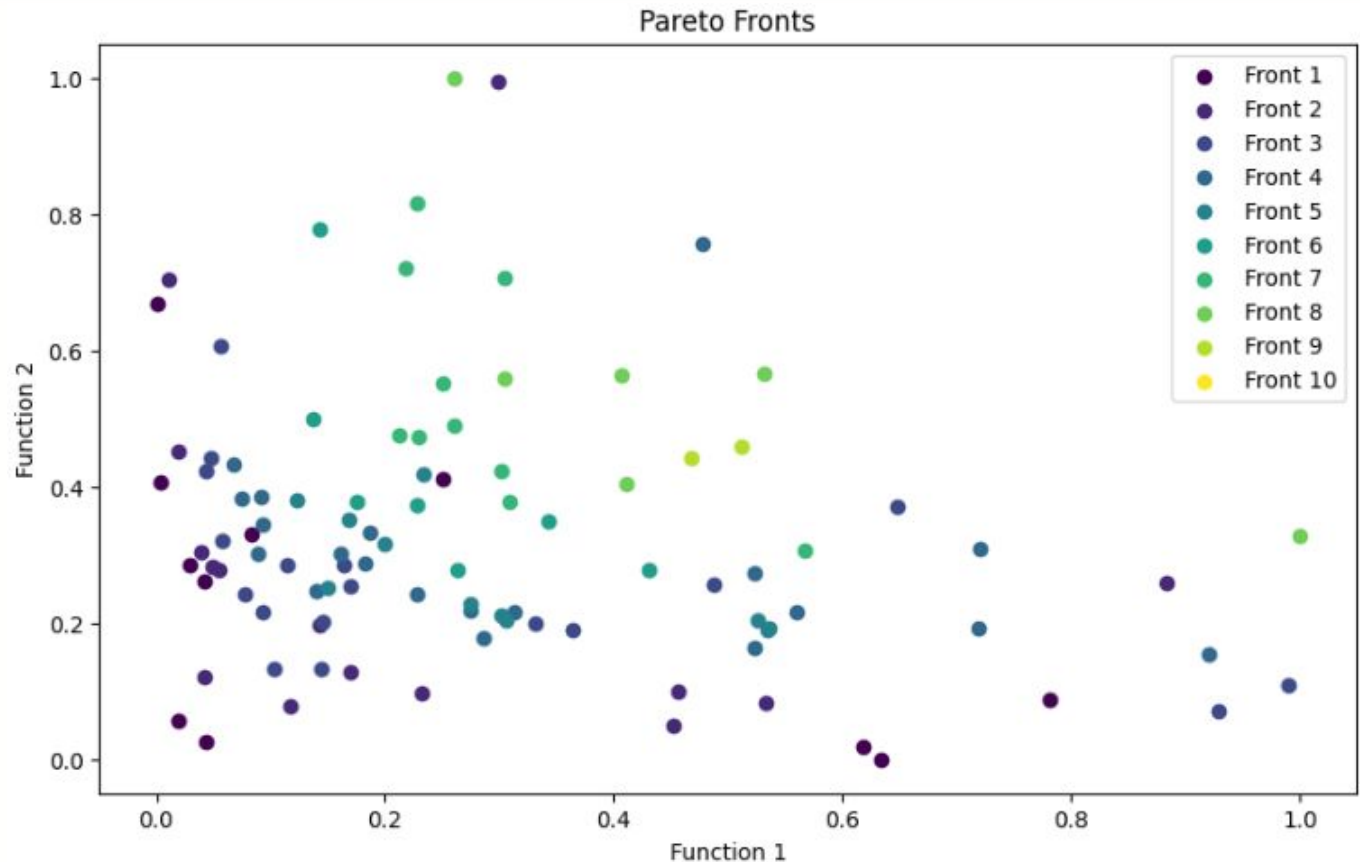


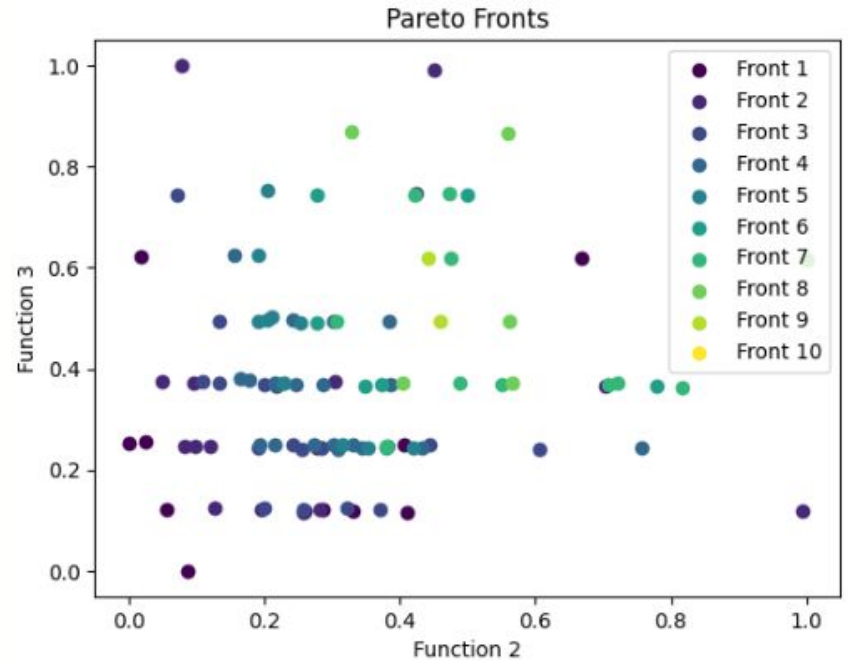
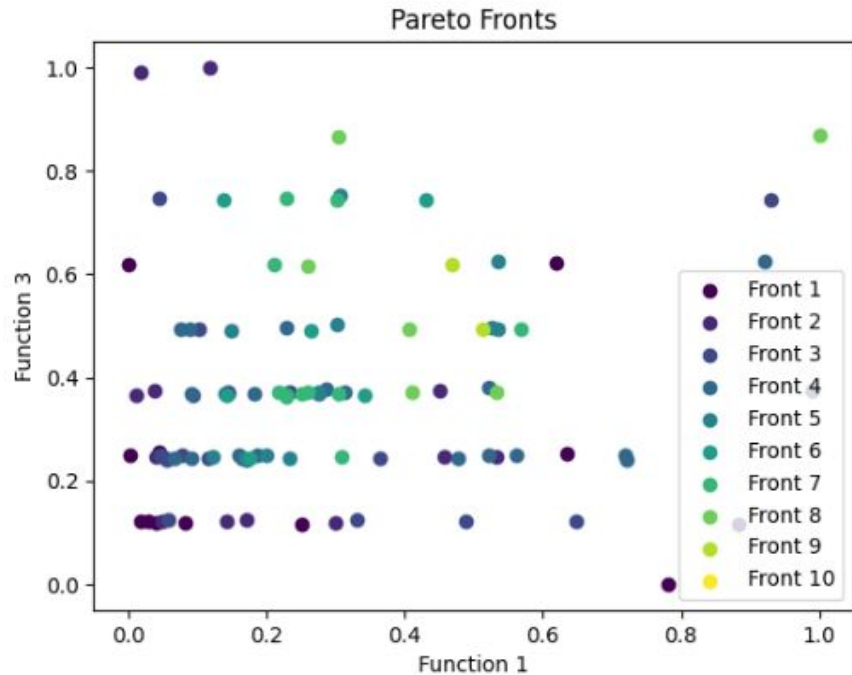
# Dati in ingresso

- C: 1000 (Kcal da assumere per primo e secondo piatto).
- 100 generazioni
- Popolazione iniziale di 100 individui
- Tre frigoriferi differenziati per quantità: frigo povero, frigo medio e frigo ricco. Ci serviranno per commentare i risultati



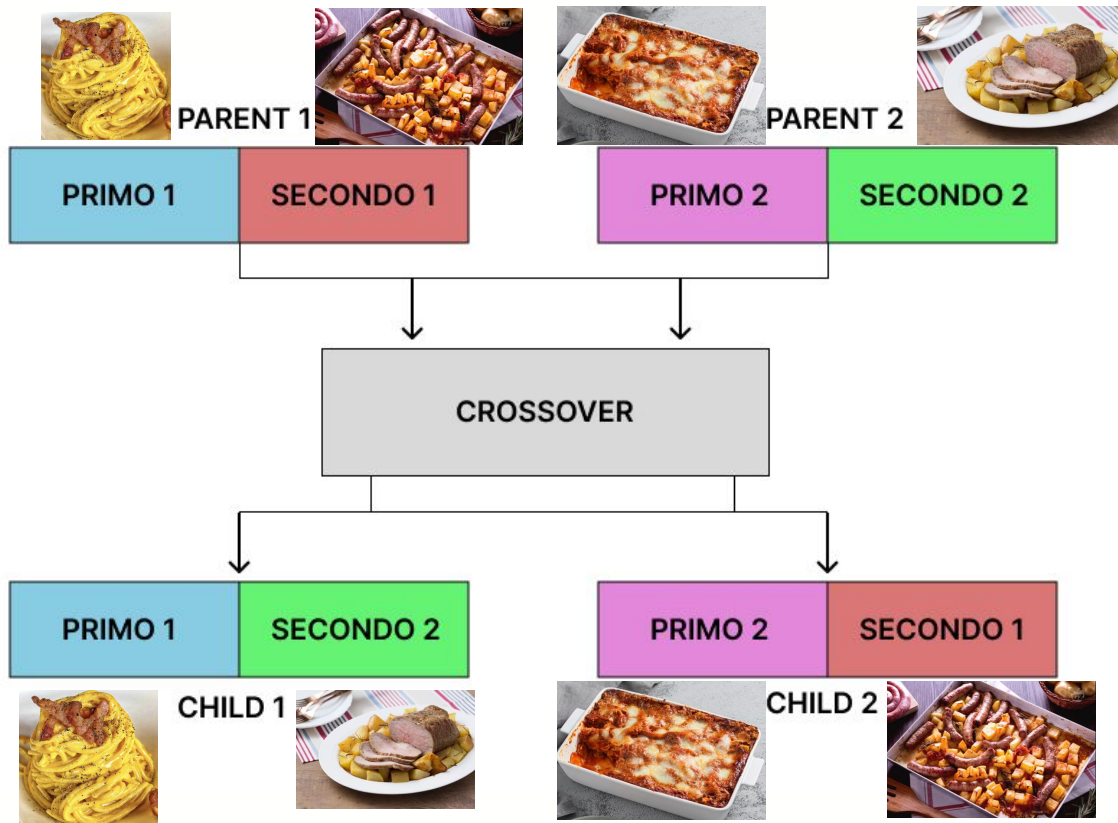
In figura  
vediamo meglio  
il  
non-dominated  
sorting di  
NSGA.



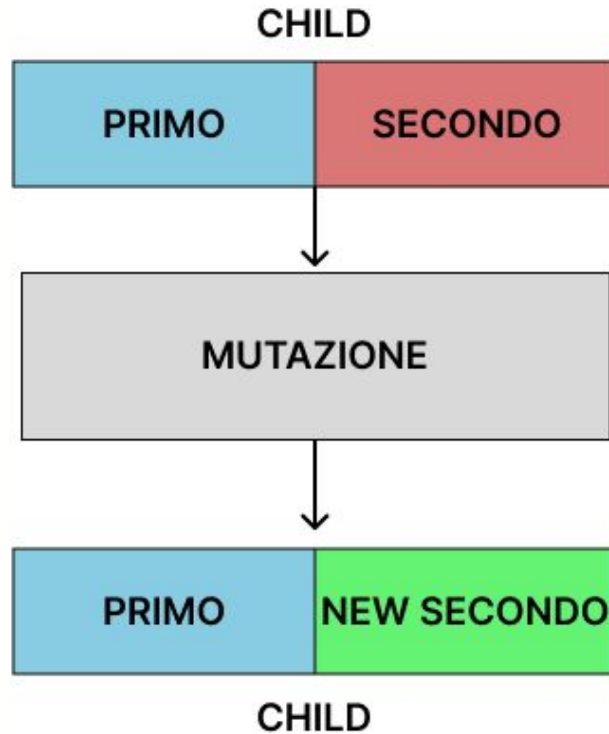


N.B. :  $F_3$  assume questi valori a causa del quadrato applicato ad un numero che può essere 1,2...,10 o 100

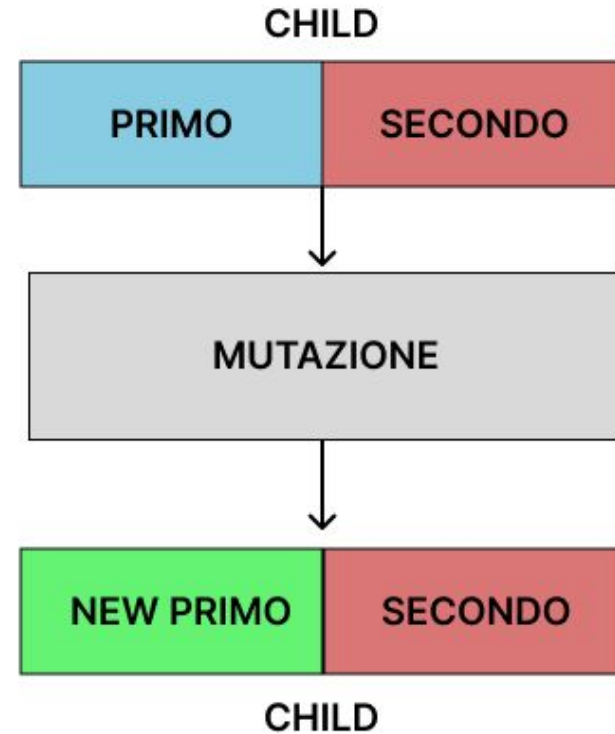
# Crossover



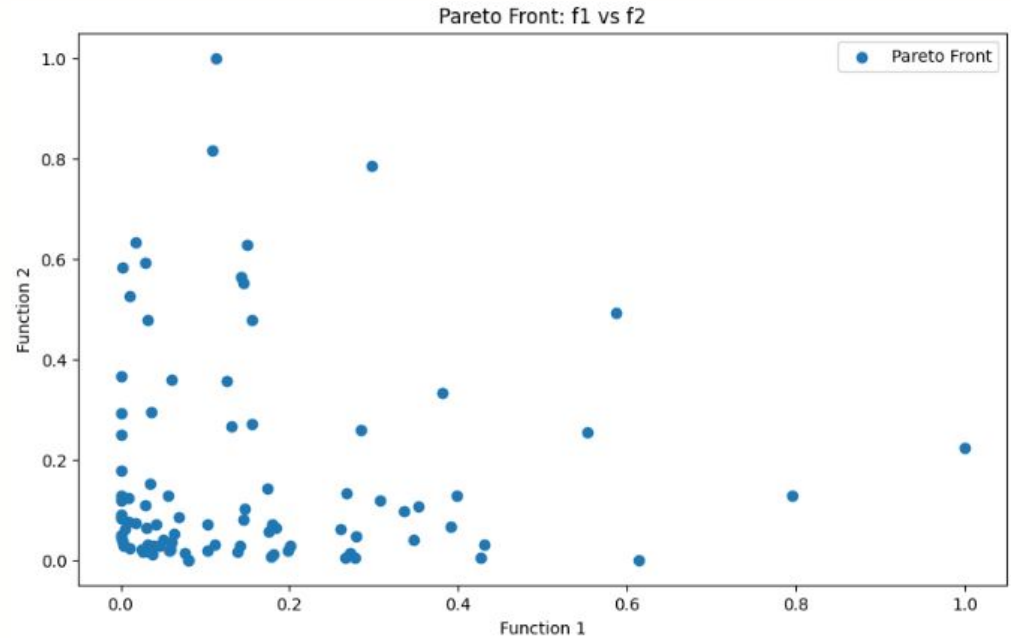
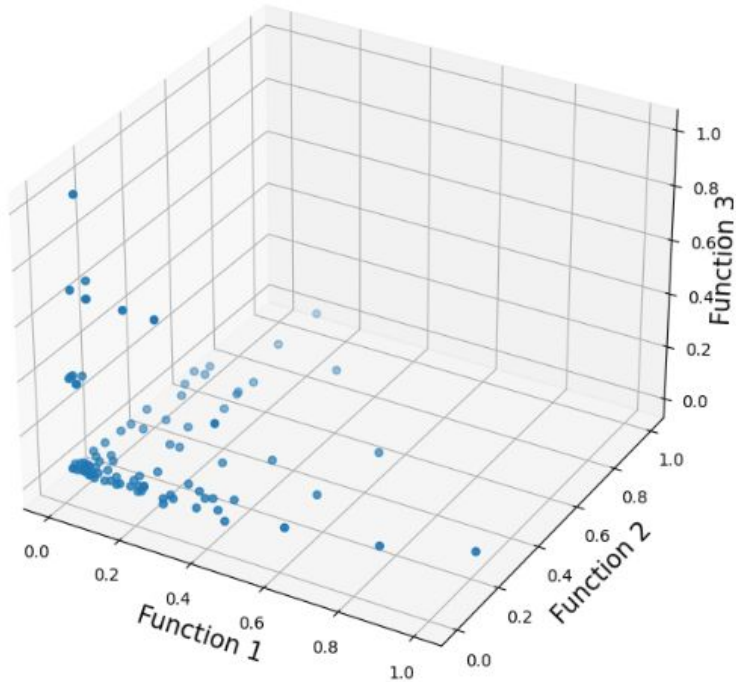
# Mutazione



or



# Risultati

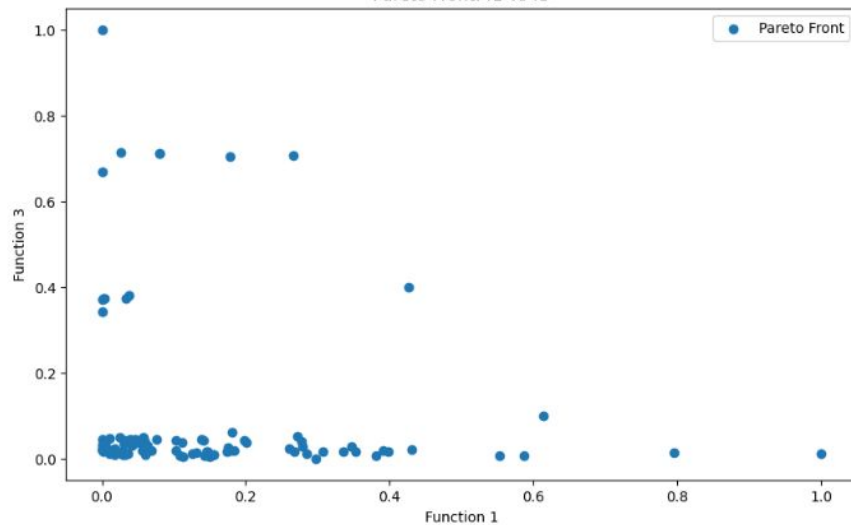


L'algoritmo è stocastico, i risultati mostrati in foto sono stati ottenuti eseguendo diverse volte l'algoritmo e selezionando i grafici quando il fronte di pareto ottenuto ha le stesse dimensioni della popolazione (100 individui).

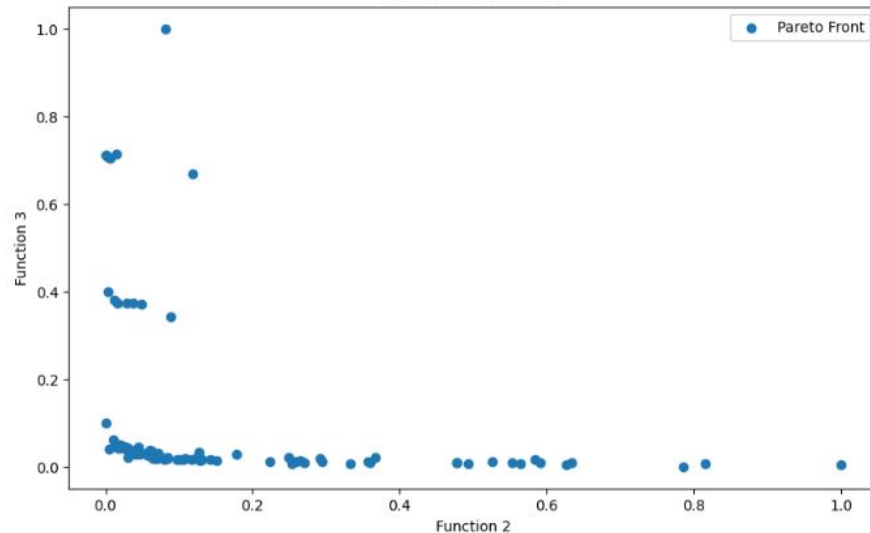


# Risultati

Pareto Front: f1 vs f3



Pareto Front: f2 vs f3



Facciamo partire il codice python e visualizziamo gli output relativi a frigo povero, frigo medio e frigo ricco.

# *Considerazioni e possibili miglioramenti*

I risultati che si ottengono a valle del filtraggio sulle quantità a disposizione dipendono molto dalle ricette presenti nel dataset, che sono ricette molto “ricche” di ingredienti (GialloZafferano...), anche per i piatti più semplici, quindi attualmente bisogna avere un frigo mediamente grande (in particolare relativo a sale, olio, pepe e eventuali spezie e foglie aromatiche, dato che praticamente sono contenuti in tutte le ricette!). Sarebbe interessante scoprire come performa l'algoritmo avendo a disposizione un dataset di ricette più “semplici”, costituite solo da ingredienti di base, ma trovare un dataset del genere **GRATIS** non è semplice.

# Riferimenti Bibliografici

- Almanza-Ojeda, G. I., Chicaiza, J., León-Acurio, J., Pesántez-Avilés, F. A., & Mafla-Endara, P. (2018). **Healthy Menus Recommendation: Optimizing the Use of the Pantry**. In 2018 IEEE/ACM International Conference on Advances in Social Networks Analysis and Mining (ASONAM) (pp. 1025–1032).  
[https://www.researchgate.net/publication/328450699\\_Healthy\\_Menus\\_Recommendation\\_Optimizing\\_the\\_Use\\_of\\_the\\_Pantry](https://www.researchgate.net/publication/328450699_Healthy_Menus_Recommendation_Optimizing_the_Use_of_the_Pantry)  
<https://www.christophtrattner.info/pubs/healthrecsys18.pdf>
- baopng. (2022). NSGA-II [Source code]. GitHub.  
<https://github.com/baopng/NSGA-II>
- Ramos-Pérez, J.-M. Miranda, G. Segredo, E. León, C. Rodríguez-León, C. **Application of multi-objective evolutionary algorithms for planning healthy and balanced school lunches**. Mathematics 2021  
[https://www.mdpi.com/2227-7390/9/1/80/review\\_report](https://www.mdpi.com/2227-7390/9/1/80/review_report)
- Takenori Obo, Takumi Senchi, and Tomoyuki Kato. **Multi-objective Optimization for Meal Planning using Multi-Island Genetic Algorithm**. The 7th International Workshop on Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics (IWACIII2021, Beijing, China, Oct.31-Nov.3, 2021  
<https://iwaciii2021.bit.edu.cn/docs/2021-12/2f89aadb7208457184d2276ac13fe748.pdf>

Dipartimento di Ingegneria  
Aversa, 19.12.2023

---

Formola Paolo  
Mattia Nicola Tamburrino

Prof. Alessandro Formisano

*Grazie per l'attenzione...e*  
**BUON APPETITO !!!**