# Model identification and flight control design for the Prometheus mapping drone

Nicola Dal Lago

Corso di Laurea Magistrale in Ingegneria dell'Automazione
Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione

10 ottobre 2016

# Prometheus mapping drone

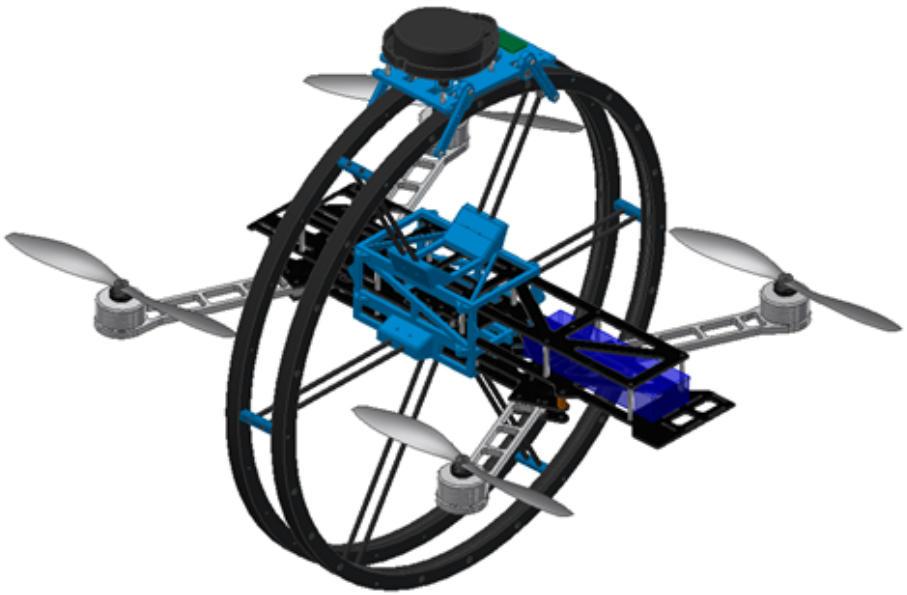
## Scopo del progetto

Realizzazione di un UAV per navigazione e mappatura 3D in autonomo

## Progetto diviso in 3 parti:

1. Design e costruzione della parte meccanica
2. Modello matematico, system identification, traiettorie e controllo
3. Algoritmi di navigazione e mapping

# Design

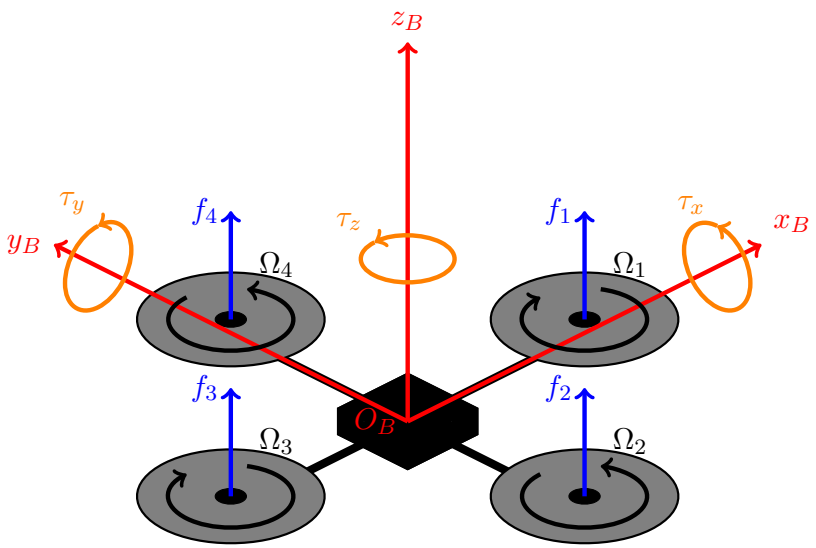


- Telaio di un quadricottero standard
- Uso di un sensore laser Lidar, mapping in 2D
- Aggiunta di una piattaforma rotante per mapping in 3D

# Modello matematico

## Cinematica di Newton-Eulero

$$\begin{bmatrix} \mathbf{f} \\ \boldsymbol{\tau} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} m \cdot I_3 & \mathbf{0} \\ \mathbf{0}^T & I_{cm} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \ddot{\mathbf{x}}_\mathbf{B} \\ \dot{\boldsymbol{\omega}}_\boldsymbol{B} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ \boldsymbol{\omega}_\boldsymbol{B} \times I_{cm} \cdot \boldsymbol{\omega}_\boldsymbol{B} \end{bmatrix}$$

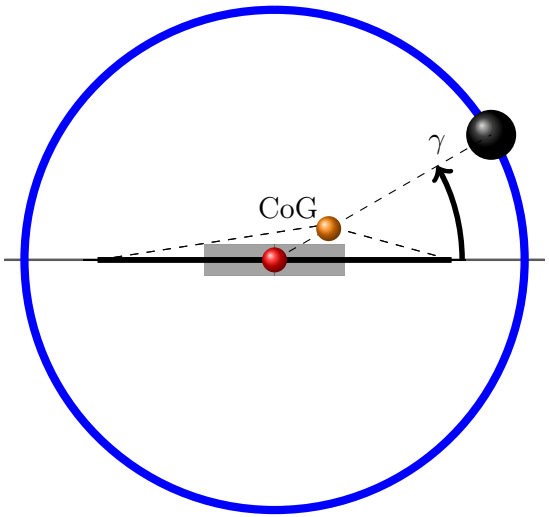



$$\mathbf{f}_i(t) = a_{f,i}\Omega_i^2\mathbf{n}_i = a_{f,i}\Omega_{max,i}^2 u_i(t)^2\mathbf{n}_i$$

$$\boldsymbol{\tau}_i(t) = -\operatorname{sgn}(\Omega_i) b_{f,i}\Omega_{max,i}^2 u_i(t)^2\mathbf{n}_i$$

$$u_i(t) \approx \frac{1}{\tau_i s + 1} u_{in,i}(t)$$

$$\begin{bmatrix} \mathbf{f}_{total} \\ \boldsymbol{\tau}_{total} \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \sum_{i=1}^{4} \mathbf{f}_i(u_i^2) \\ \sum_{i=1}^{4} \mathbf{l}_i \times \mathbf{f}_i(u_i^2) + \boldsymbol{\tau}_i(u_i^2) \end{bmatrix}$$




## Dinamica complessiva

$$\begin{bmatrix} \ddot{\mathbf{x}}_B \\ \dot{\boldsymbol{\omega}}_B \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \dots & \frac{a_{f,i}\Omega_{max,i}^2 \mathbf{n}_i}{m} & \dots \\ \dots & I_{cm}^{-1}\left[(\mathbf{l}_i + \boldsymbol{\Delta l}) \times a_{f,i}\Omega_{max,i}^2 \mathbf{n}_i - \mathrm{sgn}(\Omega_i) b_{f,i}\Omega_{max,i}^2 \mathbf{n}_i\right] & \dots \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \vdots \\ u_i^2 \\ \vdots \end{bmatrix} +$$

$$+ \begin{bmatrix} \mathbf{0} \\ I_{cm}^{-1}(\boldsymbol{\omega}_B \times I_{cm}\boldsymbol{\omega}_B) \end{bmatrix} + \frac{1}{m_{cart}} \begin{bmatrix} \mathbf{f}_{cart} \\ \mathbf{0} \end{bmatrix}$$

# System identification