



Università degli studi di Genova

Tesi di Laurea Triennale in Ingegneria Informatica

Retrofitting del robot Bioloid con Raspberry Pi

Comunicazione con l'hardware e interfaccia di gestione remota con ROS

Laureandi:

Alessio De Luca

Marco Lapolla

Patrick Roncagliolo

Relatore:

Prof. Armando Tacchella

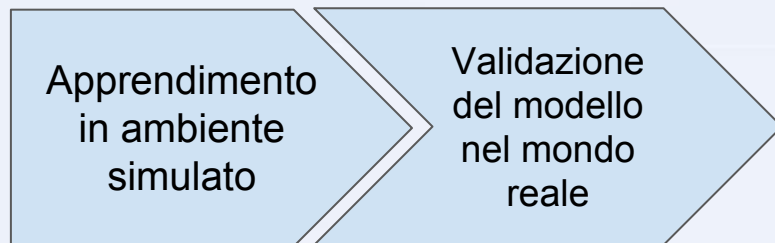
Correlatore:

Dott. Andrea Romdhana

Contesto

Come può imparare a camminare un robot?

Approccio possibile:



Combining Static and Runtime Methods to Achieve Safe Standing-Up for Humanoid Robots

F. Leofante¹, S. Vuotto^{1,2}, E. Ábrahám², A. Tacchella¹ and N. Jansen³

¹ University of Genoa, Italy

² RWTH Aachen University, Germany

³ University of Texas at Austin, USA

Abstract. Due to its complexity, the standing-up task for robots is highly challenging, and often implemented by scripting the strategy that the robot should execute per hand. In this paper we aim at improving the approach of a scripted stand-up strategy by making it more stable and safe. To achieve this aim, we apply both static and runtime methods by integrating reinforcement learning, static analysis and runtime monitoring techniques.

*F. Leofante , S. Vuotto , E. Abraham , A. Tacchella and N. Jansen:
Combining Static and Runtime Methods to Achieve Safe
Standing-Up for Humanoid Robots. ISOLA 2016: 456-514*

Serve un robot funzionante per effettuare i test ! → Scelta del kit Bioloid

Piattaforma di partenza

ROBOTIS Bioloid Premium Kit



Retrofitting: Motivazioni



Controller motori della Robotis



Giroscopio incluso nel kit

Il microcontrollore di bordo non era idoneo a fornire:

- Integrazione con periferiche di terze parti
- Completa personalizzazione del software
- Comunicazione wi-fi
- Potenza di calcolo adeguata

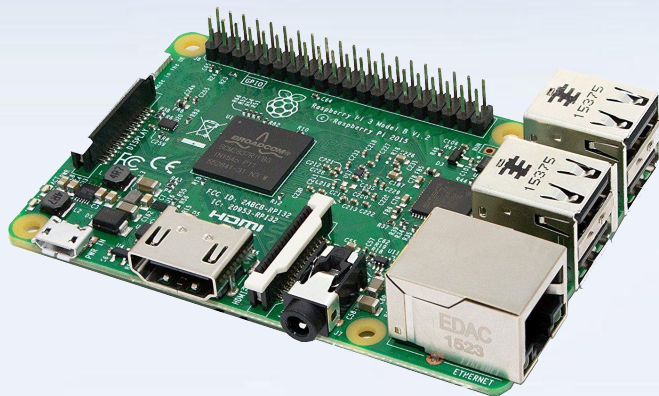
Necessità di strumenti di bordo più precisi e di una configurazione senza fili

Retrofitting: Risultati

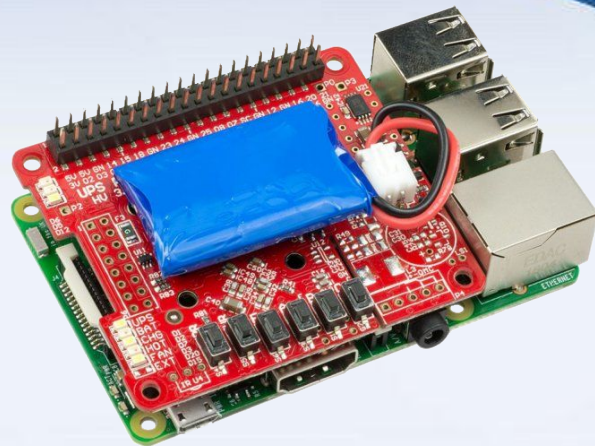


- Robot completamente wireless:
 - Batteria
 - Rete WiFi
- Computer di bordo con sistema operativo Linux:
 - Programmabile in svariati linguaggi (tra cui Python)
 - Offre connettività GPIO, USB, LAN, WLAN, Bluetooth, HDMI
 - Dispone di un processore ARM Quad Core (1.2GHz) e 1 GB di RAM
- Sottosistemi del robot implementati come nodi ROS:
 - Scalabilità nell'aggiunta di nuovi nodi
 - Facilità di estensione e personalizzazione delle funzionalità

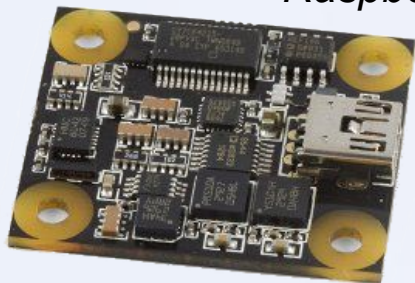
Hardware selezionato



Raspberry Pi 3



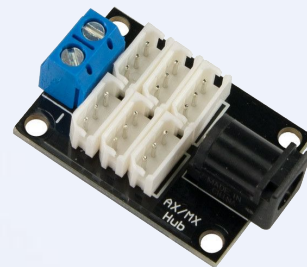
UPS Pico Shield



Phidgets Spatial 3/3/3

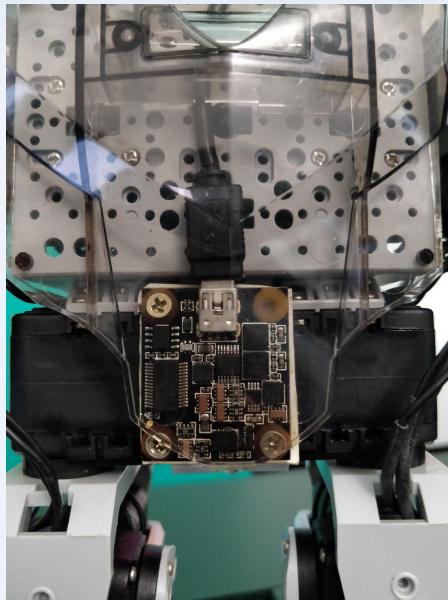
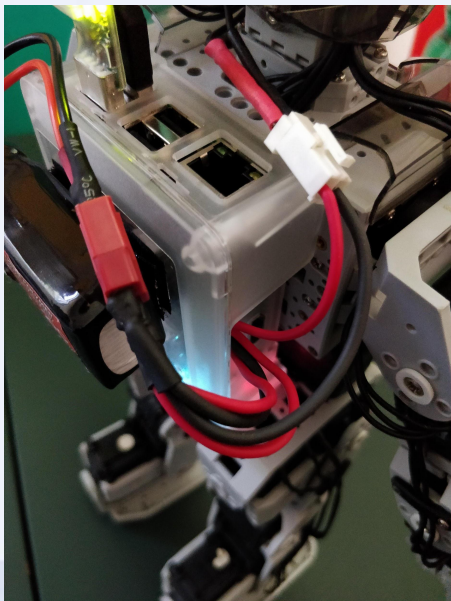
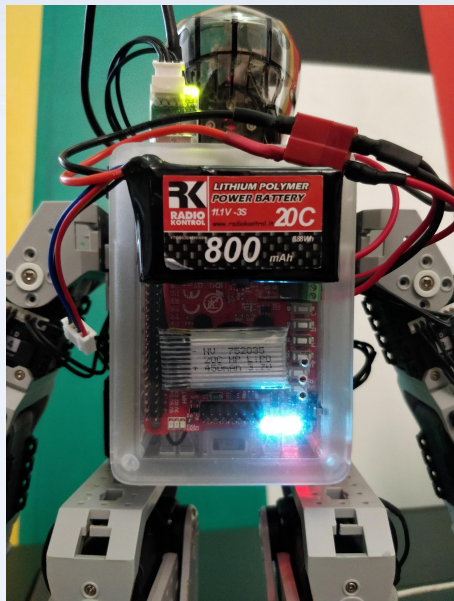


USB2AX

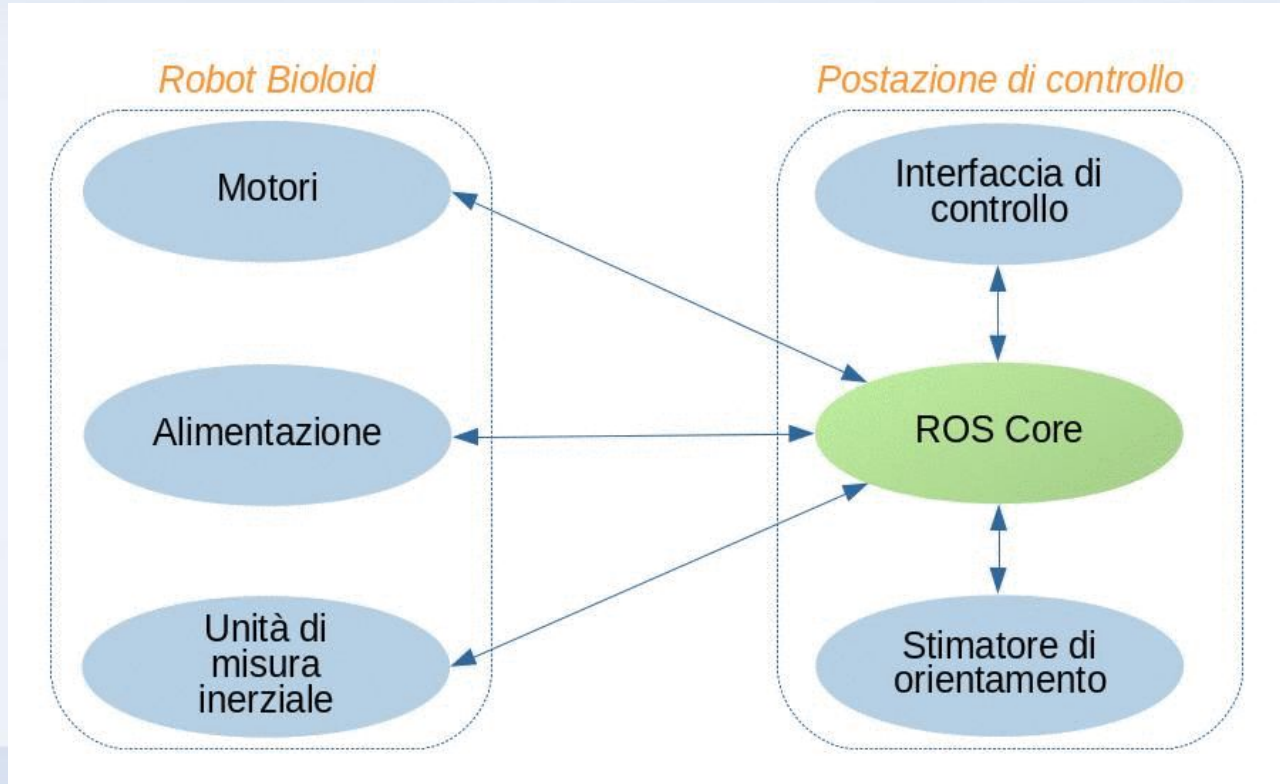


Power Hub AX 6 Porte

Assemblaggio



Architettura software



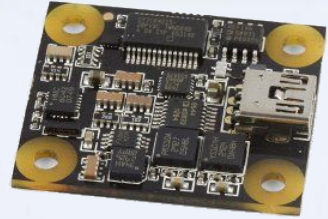
Nodo motori

- Monitora continuamente posizione, velocità e carico di ogni motore
- Offre all'utente o ad altri nodi ROS la possibilità di:
 - Impostare una posizione angolare da raggiungere ad una data velocità
 - Abilitare o disabilitare la generazione della coppia motore
- Prestazioni in lettura: 40 Hz per motore, 720 Hz complessivi



Nodo posizione

- Nodo già sviluppato e offerto dal produttore;
- Fornisce continuamente letture su assi X, Y, Z di:
 - Accelerazione lineare (Accelerometro)
 - Velocità di rotazione (Giroscopio)
 - Forza del campo magnetico (Magnetometro)

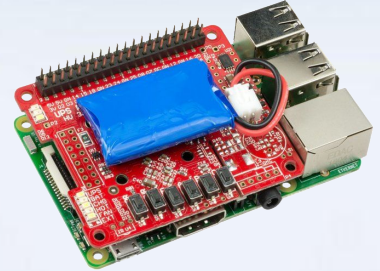


Il nodo “filtro” implementa un algoritmo per stimare la posizione angolare del robot a partire dai dati IMU.

Tentativo di riduzione dati scambiati tra i nodi → stesse prestazioni

Nodo alimentazione

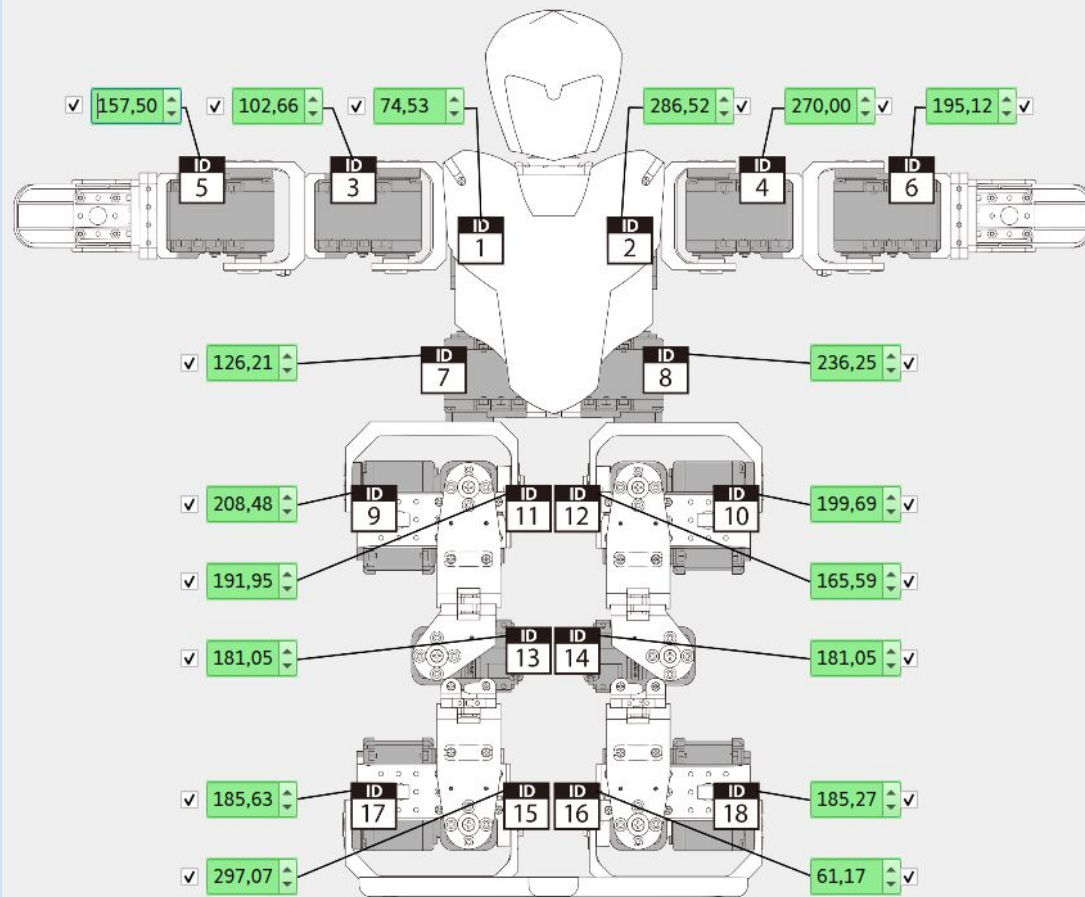
- Offre all'utente o ad altri nodi ROS la possibilità di:
 - Ottenere lo stato della scheda UPS, la sorgente di alimentazione e le tensioni rilevate
 - Impostare una soglia di tensione al di sotto della quale spegnere il robot (protezione batteria)
 - Abilitare/disabilitare il servizio di monitoraggio della tensione



La funzione di File-Safe ShutDown (FSSD) permette di spegnere il robot quando la batteria esterna raggiunge un livello critico di scarica, per proteggerla.

Interfaccia di controllo

- Comunica con tutti i precedenti nodi ROS
- Offre una vista 2D del robot per una rapida identificazione di ciascun motore
- Fornisce:
 - Posizione e carico motori
 - Dati inerziali
 - Stato e tensioni di alimentazione
- Permette di:
 - Muovere i motori, attivare/disattivare la coppia
 - Configurare ed abilitare il controllo soglia tensione FSSD



Dati IMU

Orientation

x: -0.052

y: -0.020

z: 0.569

Angular velocity

x: -0.003

y: -0.007

z: -0.000

Linear acceleration

x: -0.185

y: -1.110

z: 9.579

Stato batteria

Status: working

Power source: external

Charging: charging

External battery voltage: 10.70 V

Onboard battery voltage: 4.40 V

Raspberry Pi voltage: 5.00 V

Temperature: 51 °C

File-safe shutdown

0,00 V

Enable

Lock all motors

Unlock all motors

Riassumendo...

Risultati:

- Piattaforma completamente open, potente, flessibile
- Contributo ad un prodotto software ufficiale
- Codice e guide resi disponibili online su GitHub



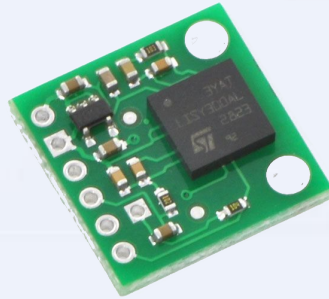
Costi:

- ~250 € in componenti aftermarket (il kit Bioloid costa ~1200 €)
- 500+ ore uomo tra studio, indagine, assemblaggio, sviluppo, integrazione, testing, documentazione

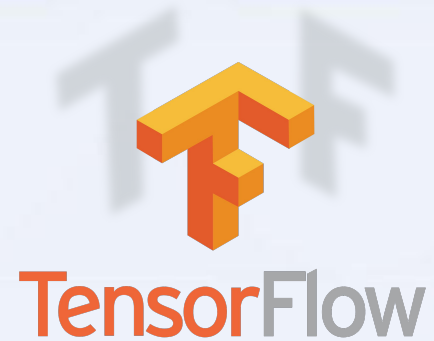
Sviluppi Futuri



Stampa 3D



Nuovi sensori



Reti neurali