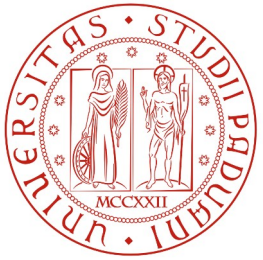


UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dipartimento di
Tecnica e Gestione
dei sistemi industriali

Riconoscimento di Movimenti Umani tramite Sensori EMG: Sviluppo e Analisi di un Sistema Basato su Bracciale Elettromiografico

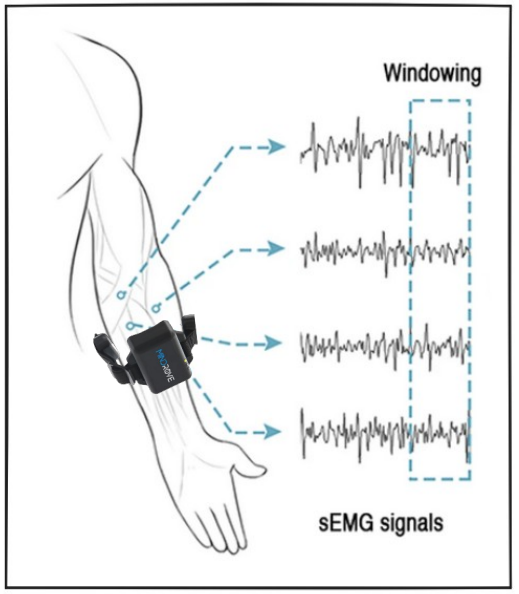
Baccichetto Diego:
2033469

Relatore:
Prof. Monica Reggiani

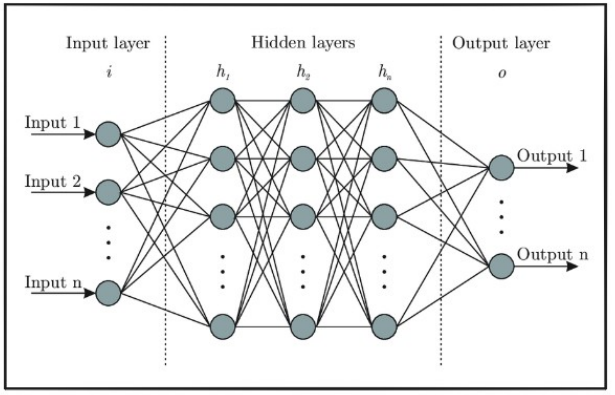
Correlatore:
Paride Gnesotto

18/11/2024

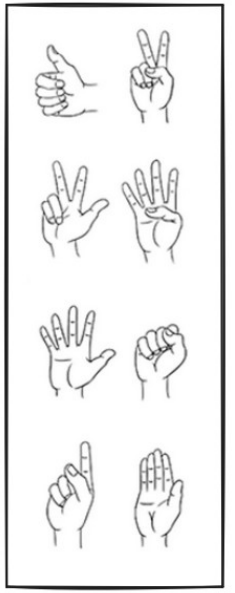
Scopo progetto



Acquisizione segnali con bracciale



Rete neurale per riconoscimento movimenti



Movimenti per manifatturiero

Prima parte

Seconda parte

- Scopo: ***classificazione dei movimenti*** per l'industria manifatturiera
- Necessità di un sistema ***real time:*** utilizzo di ***ROS***

Bracciale Mindrove

Caratteristiche rilevanti rispetto ai competitor:

- Trasmissione ***real time*** dei dati
- Comunicazione ***wifi***
- Presenza di un ***SDK*** dedicato che permette di accedere ai dati del bracciale

MINDROVE
Official SDK

Specifiche tecniche:

EMG:
- Frequenza campionamento 500 Hz
- Risoluzione 24 bit
- Elettrodi EMG 8 + 2 (Bias e Riferimento)

IMU:
- Giroscopio a 3 assi, accelerometro a 3 assi
- Range giroscopio ±500 dps
- Range accelerometro ±2g
- Frequenza campionamento IMU 50 Hz

Driver

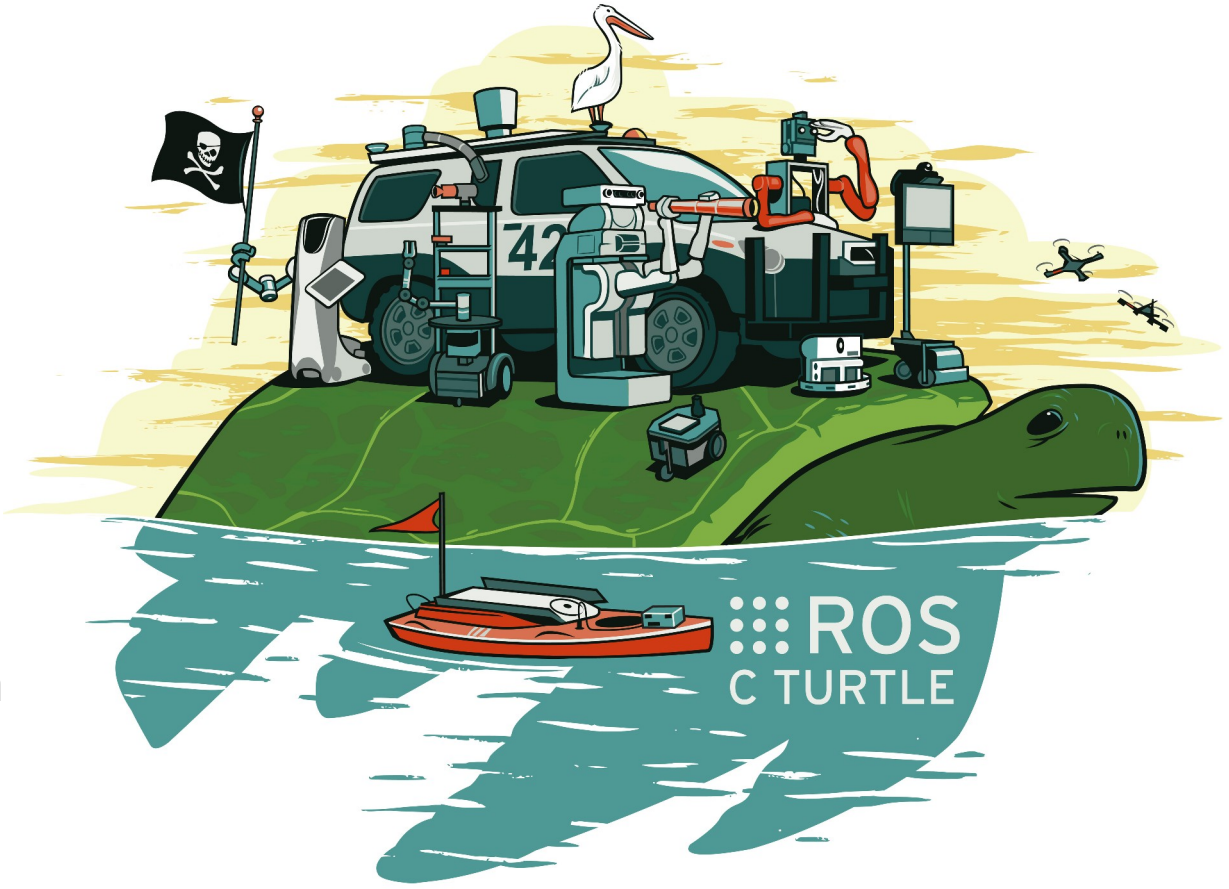
Il driver deve svolgere le seguenti operazioni:

Comunicazione

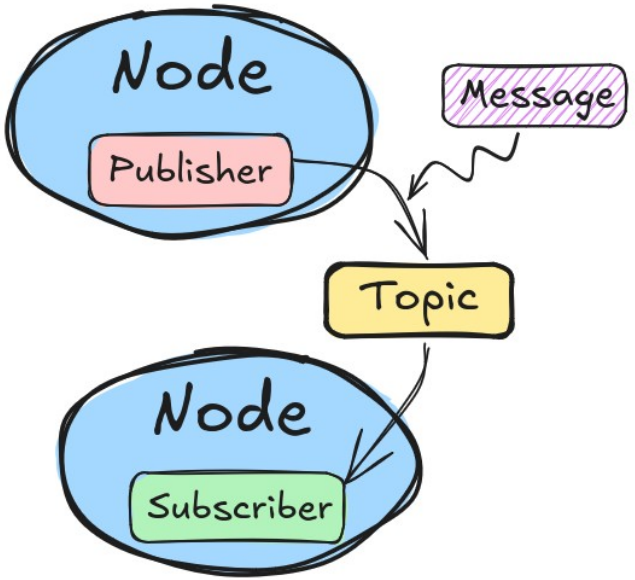
ROS

Punti di forza:

- ***Middleware*** per applicazioni robotiche
- Reti di ***sensori*** e ***controllori*** interconnessi
- comunicazione fra più nodi con ***timestamp*** dei ***messaggi***
- Possibilità di definire dei ***messaggi custom***

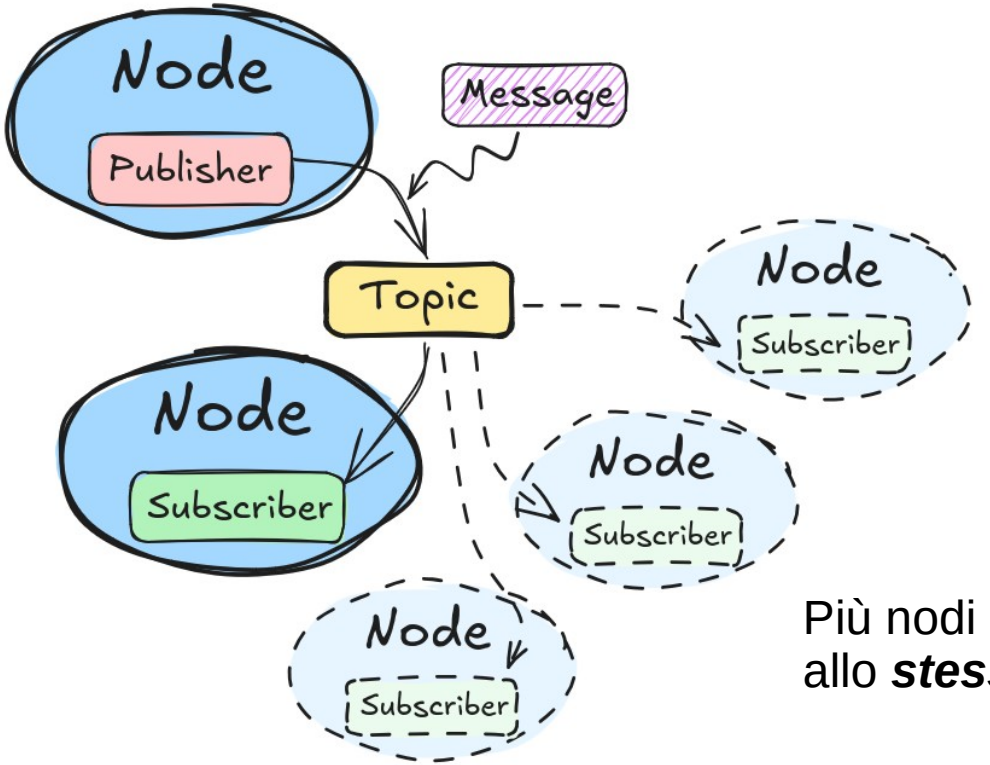


Topic (1)



- Adatti alla comunicazione ***asincrona*** e ***unidirezionale***
- ***Streaming continuo*** di dati
- Es. lettura sensori, telecamere…

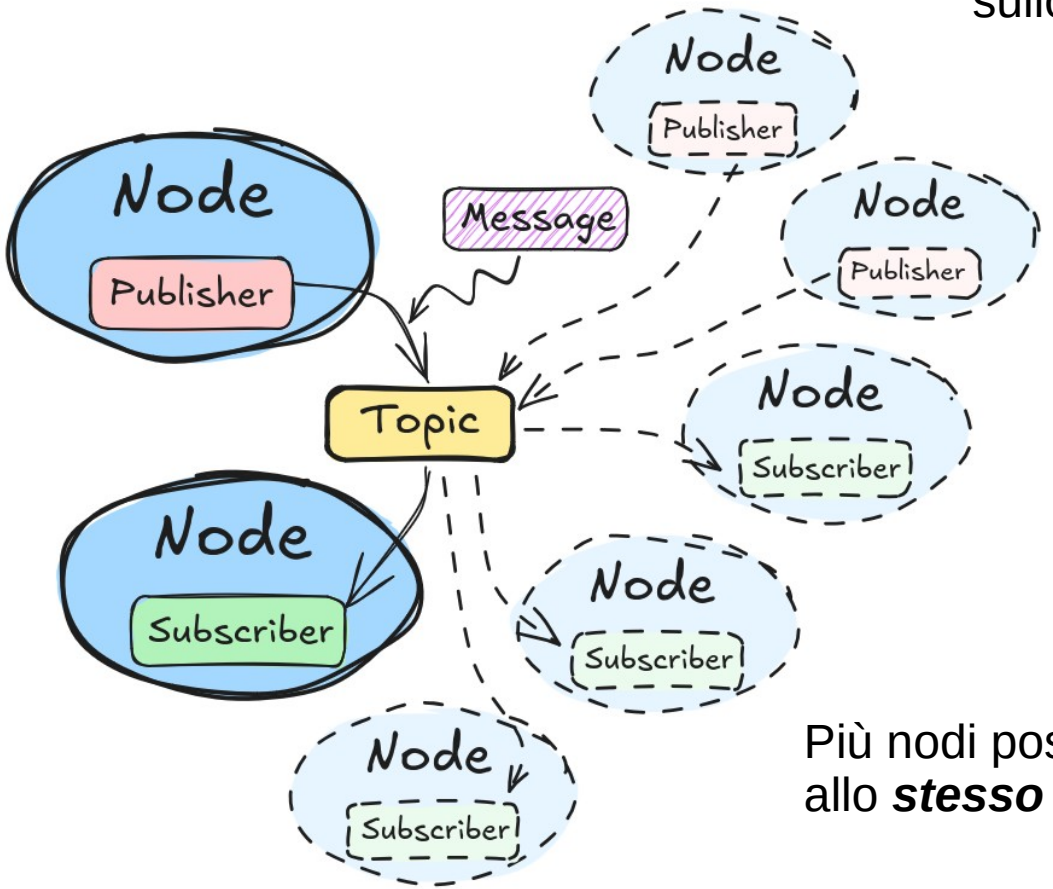
Topic (2)



Più nodi possono ***sottoscriversi*** allo ***stesso topic***

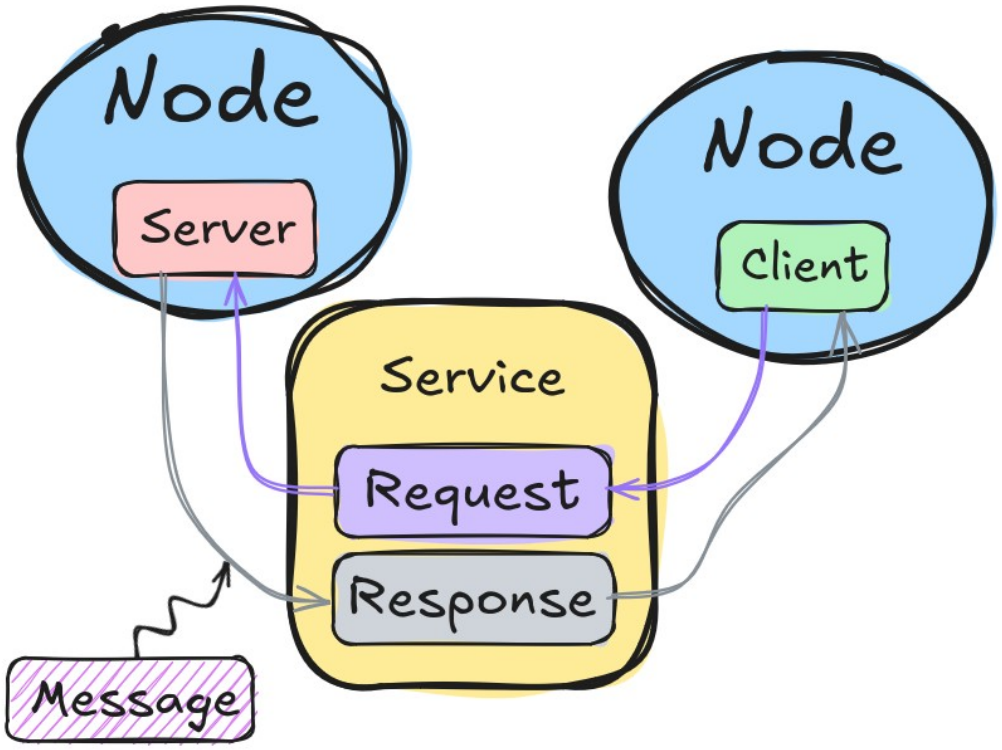
Topic (3)

Più nodi possono ***Inviare*** sullo ***stesso topic***



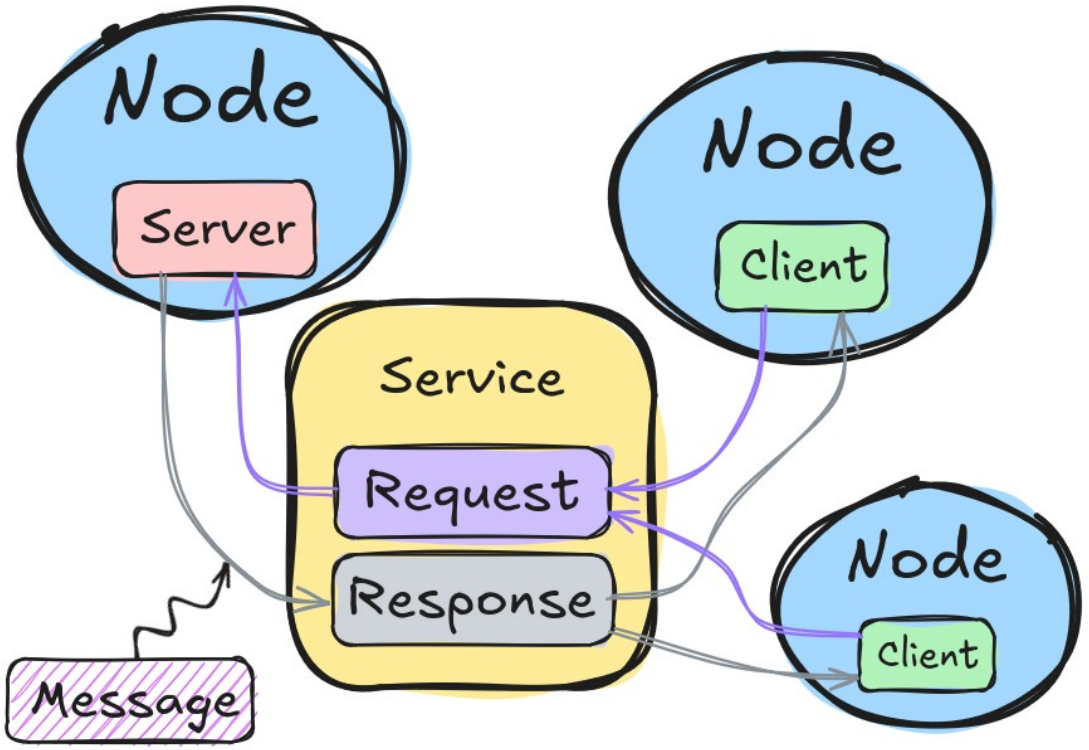
Più nodi possono ***sottoscriversi*** allo ***stesso topic***

Service (1)



- Adatti alla comunicazione ***sincrona*** e ***bidirezionale***
- Modello ***request-response***
- ***Feedback*** dal ***server***
- Es. comandi di avvio, per ottenere informazioni ...

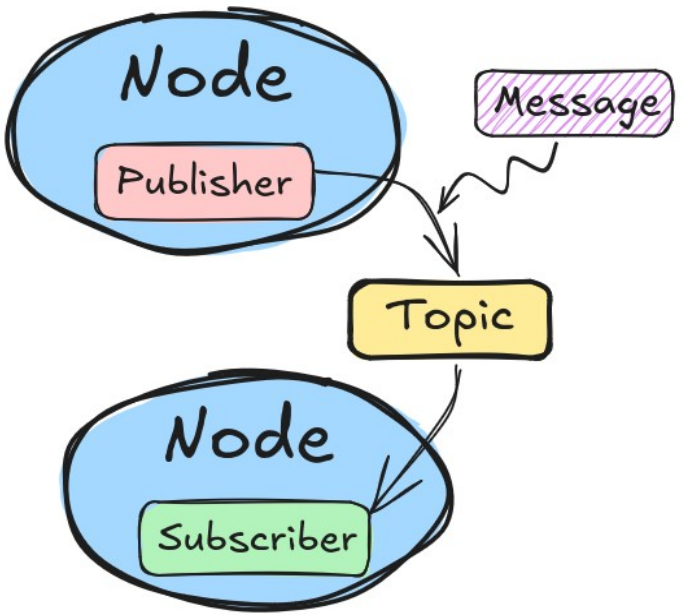
Service (2)

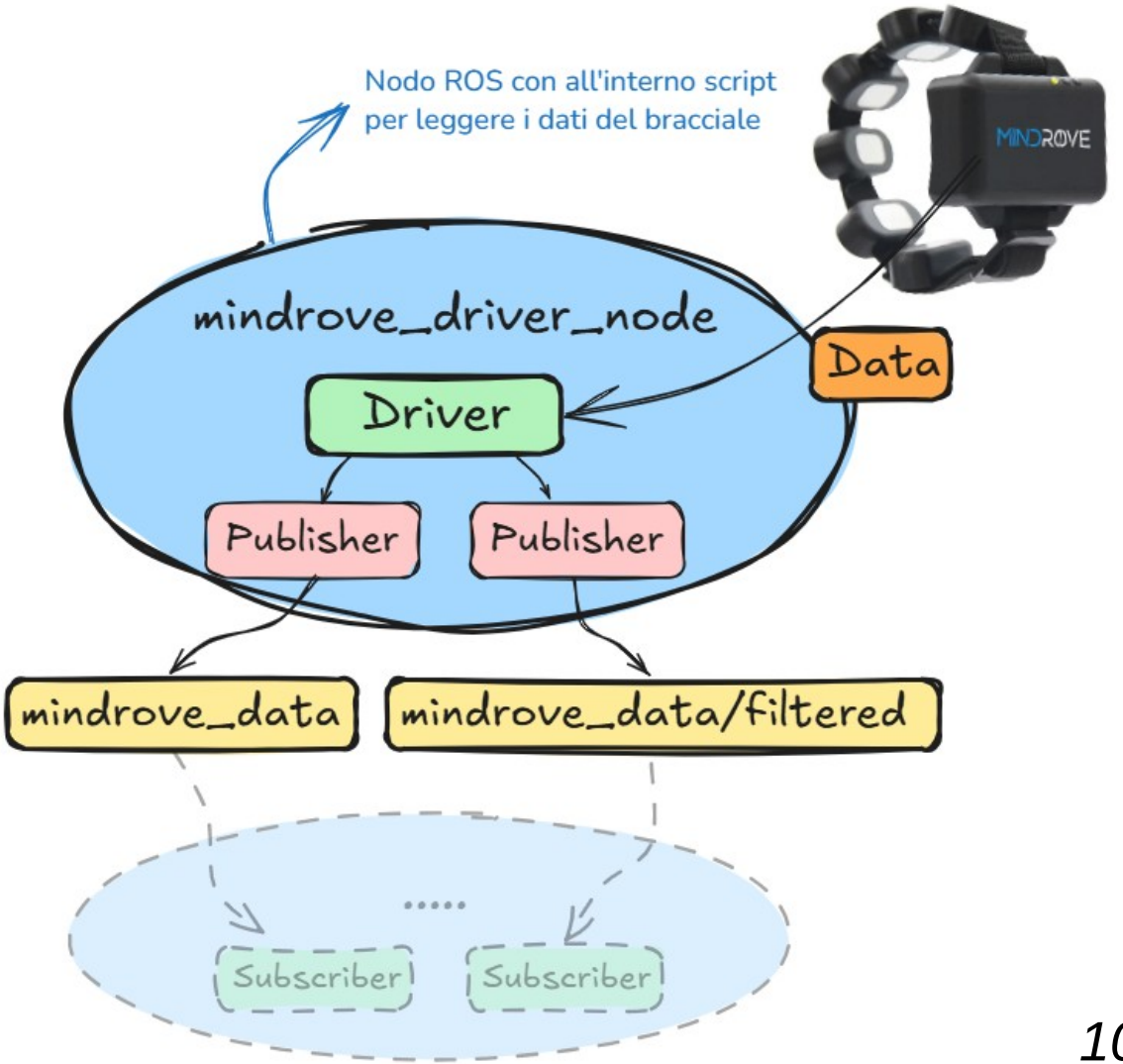


Più ***nodi client*** possono usufruire dello ***stesso service***,
ma solamente ***un server per service***

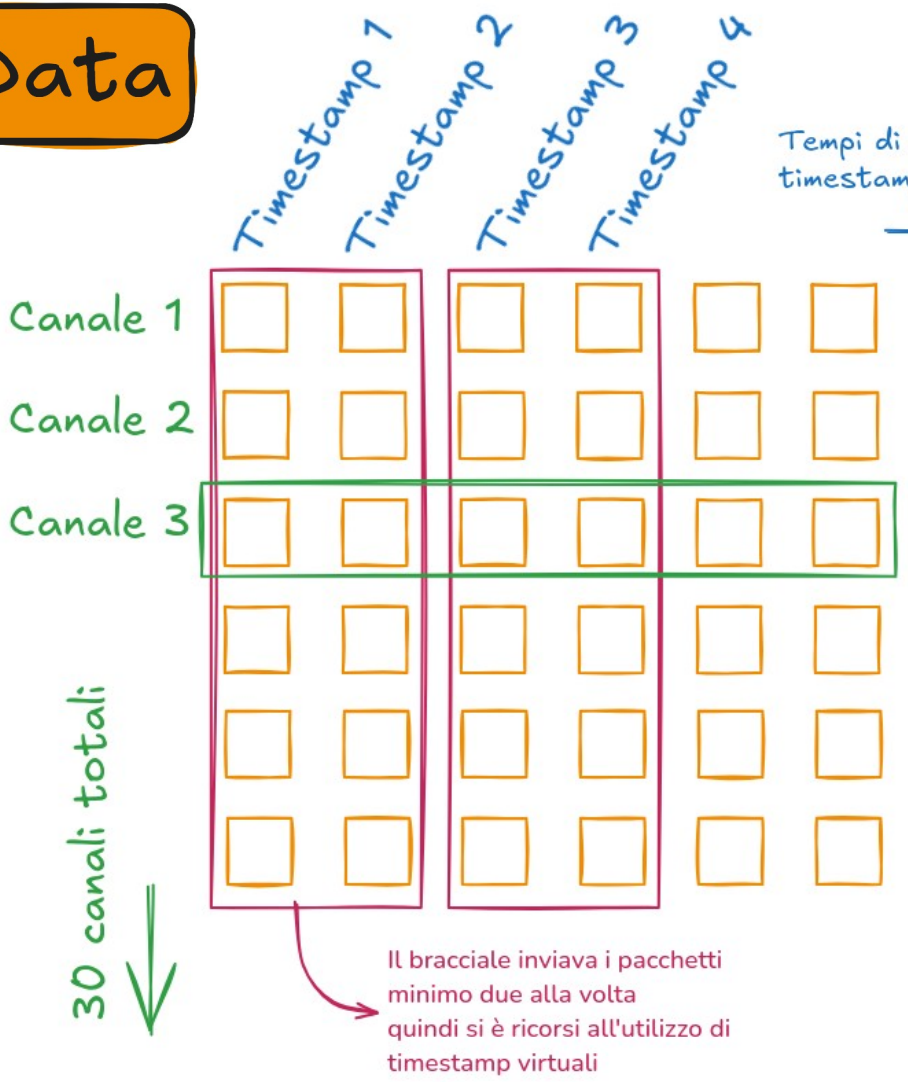
Struttura nodo

Essendo la ***lettura di un sensore*** si è optato per una configurazione ***Topic***





Data



Array bidimensionale:
- Righe: canali dei dati
- Colonne: istanti di acquisizione.

Timestamp:
- Uso di timestamp virtuali

Scelta dei canali:

```
c-1] [INFO] [1731232410.486014257] [mindrove_driver_node]: board description:
c-1] {'accel_channels': [20, 21, 22], 'battery_channel': 18, 'eeg_channels':
6, 7], 'emg_channels': [0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7], 'gyro_channels': [23, 24, 25
 28, 'name': 'MindRoveWifi', 'num_rows': 30, 'other_channels': [19, 29], 'pac
6, 'resistance_channels': [8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 17], 'sampling_r
o_channel': 27}
```

Conversione, Filtraggio

MindroveSDK version < 5.0.0

Measurement data (channels, IMU) are recorded as dimensionless numbers.

EXG LSB: 0.045 µV (gain: 12X)

Gyroscope LSB: 0.01526 dps

Accelerometer LSB: 0.061035 · 10−3 g

```
EMG_LSB = 0.045  # uV
ACC_LSB = 0.061035e-3*9.81  # m/s^2
GYR_LSB = 0.01526  # deg/s
```

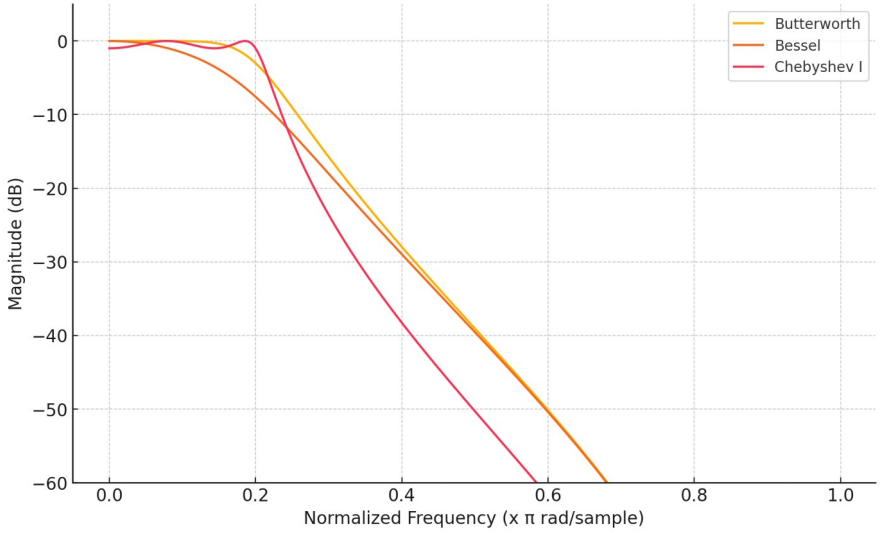
Dalla documentazione si è dedotto che i dati letti vanno ***moltiplicati per delle costanti di conversione***

Dati convertiti inviati sul topic ***mindrove_data***

L'SDK fornisce delle ***funzioni di filtraggio*** per i dati raccolti:

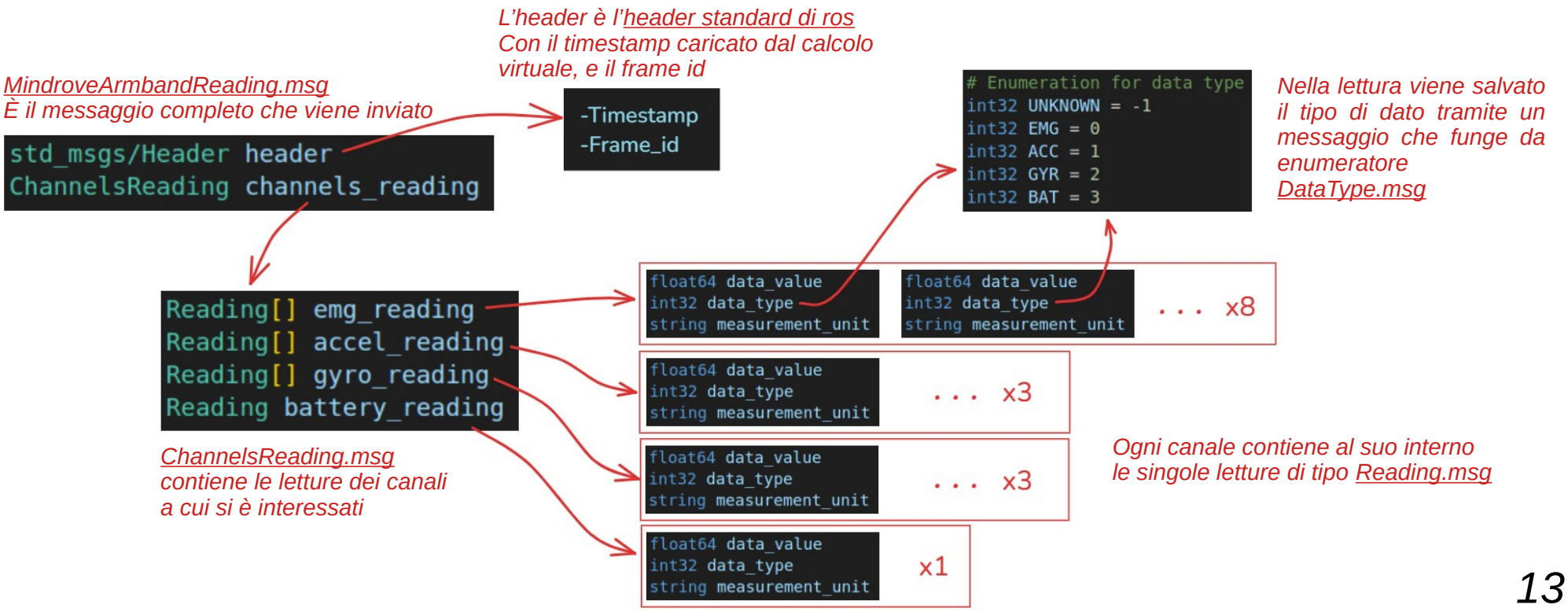
- *Passa basso, passa alto, passa banda, ellimina banda*
- *Butterworth, Chebyshev Tipo I, Bessel*

Dati filtrati inviati sul topic ***mindrove_data/filtered***



Struttura messaggio

Un insieme di file con estensione ***.msg*** definiscono la ***struttura del pacchetto che viene inviato sui topic*** mindrove_data e mindrove_data/filtered da parte del nodo con i dati letti dal bracciale



Launch file

File contenente i parametri che vengono passati al nodo ROS all'avvio

Parametri per l'avvio del ***nodo ROS*** stesso

Parametri per configurare il topic che pubblica i ***dati letti***

Parametri per configurare il topic che pubblica i ***dati filtrati***

```python
def generate_launch_description():
    return LaunchDescription([
        Node(
            package='mindrove_driver',
            executable='mindrove_driver_exec',
            name='mindrove_driver_node',
            output='screen',
            emulate_tty=True,
            parameters=[
                {'topic_name': 'mindrove_data'},
                {'packet_size': 100},  # number of samples per packet
                {'filter_enabled': True},
                {'filter_topic_name': 'mindrove_data/filtered'},
                # lowpass, highpass, bandpass, bandstop
                {'filter_shape': 'lowpass'},
                # butterworth, chebyshev1, bessel
                {'filter_type': 'butterworth'},
                {'filter_order': 1},  # (1-8)
                {'filter_cutoff_freq': 0.0},  # for lowpass, highpass
                {'filter_center_freq': 0.0},  # for bandpass, bandstop
                {'filter_bandwidth': 0.0},  # for bandpass, bandstop
                {'filter_ripple': 0.0},  # for chebyshev1
            ]
        )
    ])
```

Altri strumenti

- Si è deciso di utilizzare ***Python*** per mantenere un ***uniformità*** con la seconda parte che prevede l'uso di python per il ***machine learning***

- Tutto il codice è stato caricato su un ***repository github remoto***, in modo che sia disponibile per la seconda parte del progetto

- Per il caricamento su github è stato utilizzato il ***tool grafico GitKraken*** più intuitivo rispetto alla riga di comando

Conclusioni

È stato sviluppato un ***driver*** che permette la ***comunicazione*** con il bracciale ***Mindrove Armband***

Il driver ***pubblica*** i dati per mezzo di un nodo ***ROS*** e due ***TOPIC***

Tali dati verranno in seguito usati per la ***classificazione dei movimenti***

UNIVERSITÀ
DEGLI STUDI
DI PADOVA

Dipartimento di
Tecnica e Gestione
dei sistemi industriali

Grazie per l'attenzione

18/11/2024