

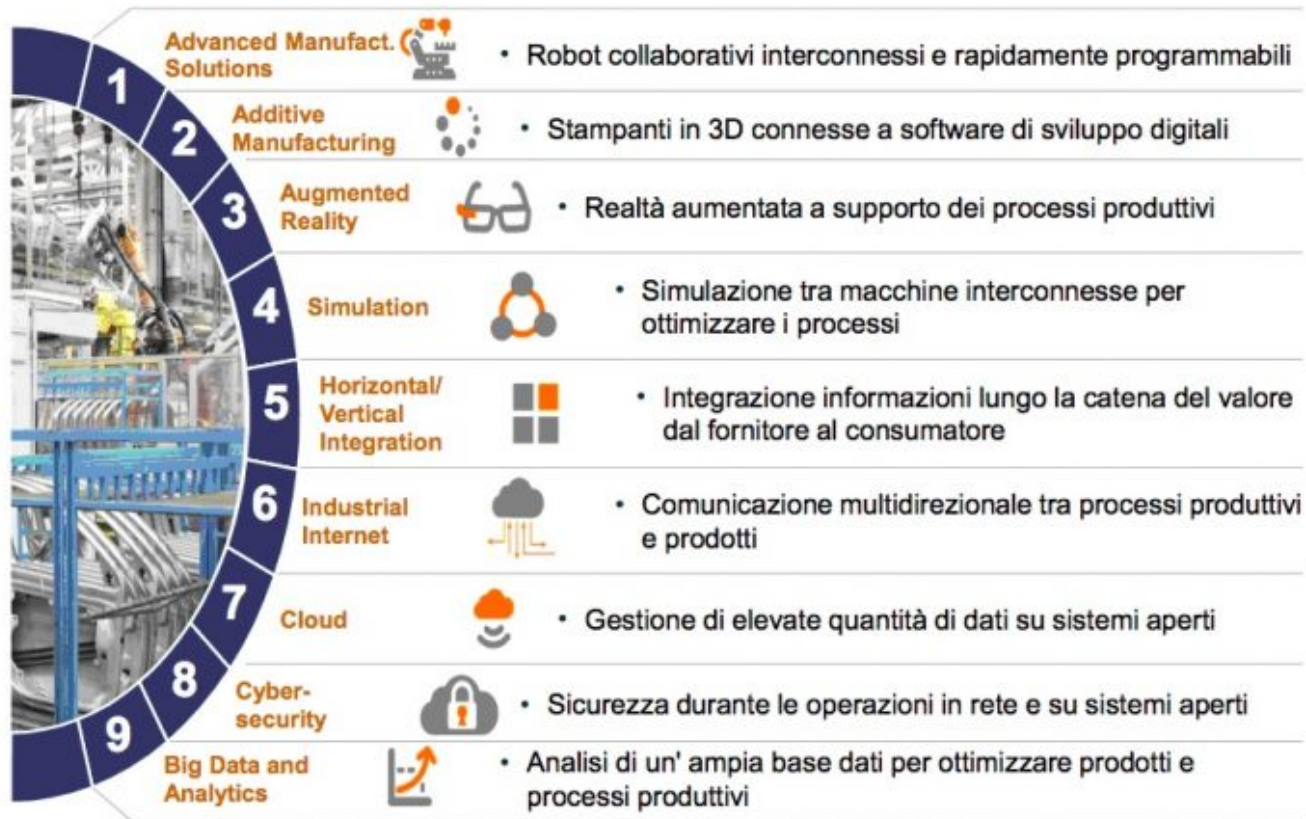
Progettazione e Realizzazione di un Sistema per l'Interazione Uomo-Macchina basato sui Digital Twin

Relatore: Prof. Marco Picone

Candidato: Menini Giorgio

Correlatore: Prof. Valeria Villani

Industria 4.0



Fonte: MISE

Per Industria 4.0 s'intende un nuovo **modello di produzione e di gestione dell'azienda** che implica:

- Utilizzo di macchinari connessi (IIoT)
- Raccolta e analisi dei dati
- Utilizzo del cloud
- Simulazione scenari

Human-Machine Interaction

Un sempre maggior numero di sistemi cyber-fisici ha fatto crescere la necessità di studiare a fondo le HMI per garantire:

- **Funzionalità**
- **Usabilità**

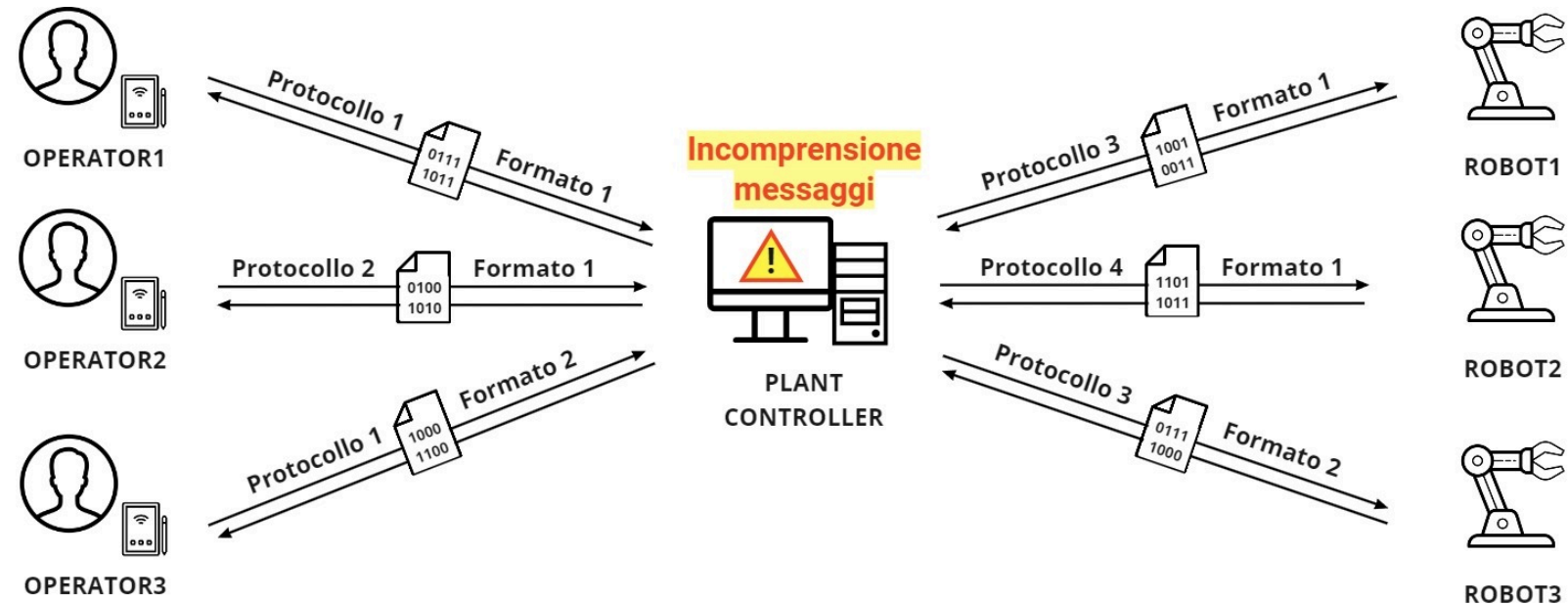


Fonte: Universal Robot

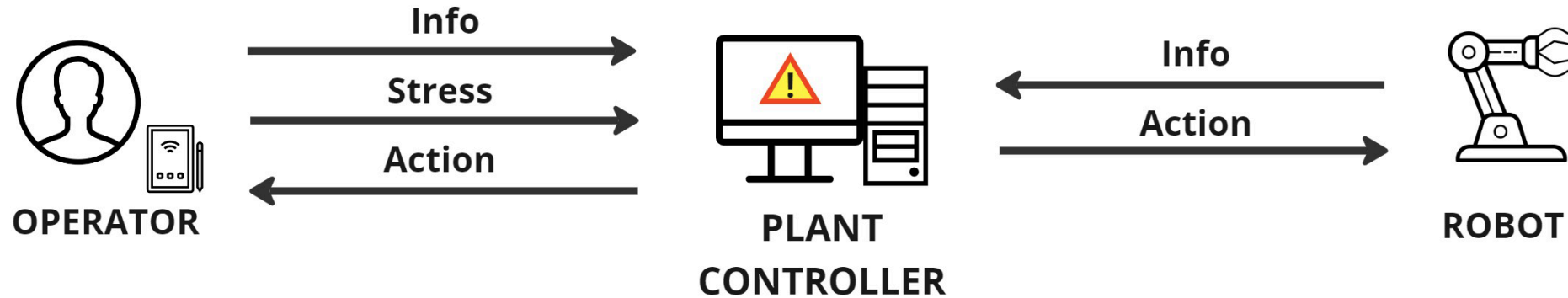
Open Challenges e Obiettivi

L'Industria 4.0 ha introdotto anche alcune **complessità**:

- Eterogeneità dell'ambiente fisico
- Eterogeneità delle modalità di comunicazione



Use case

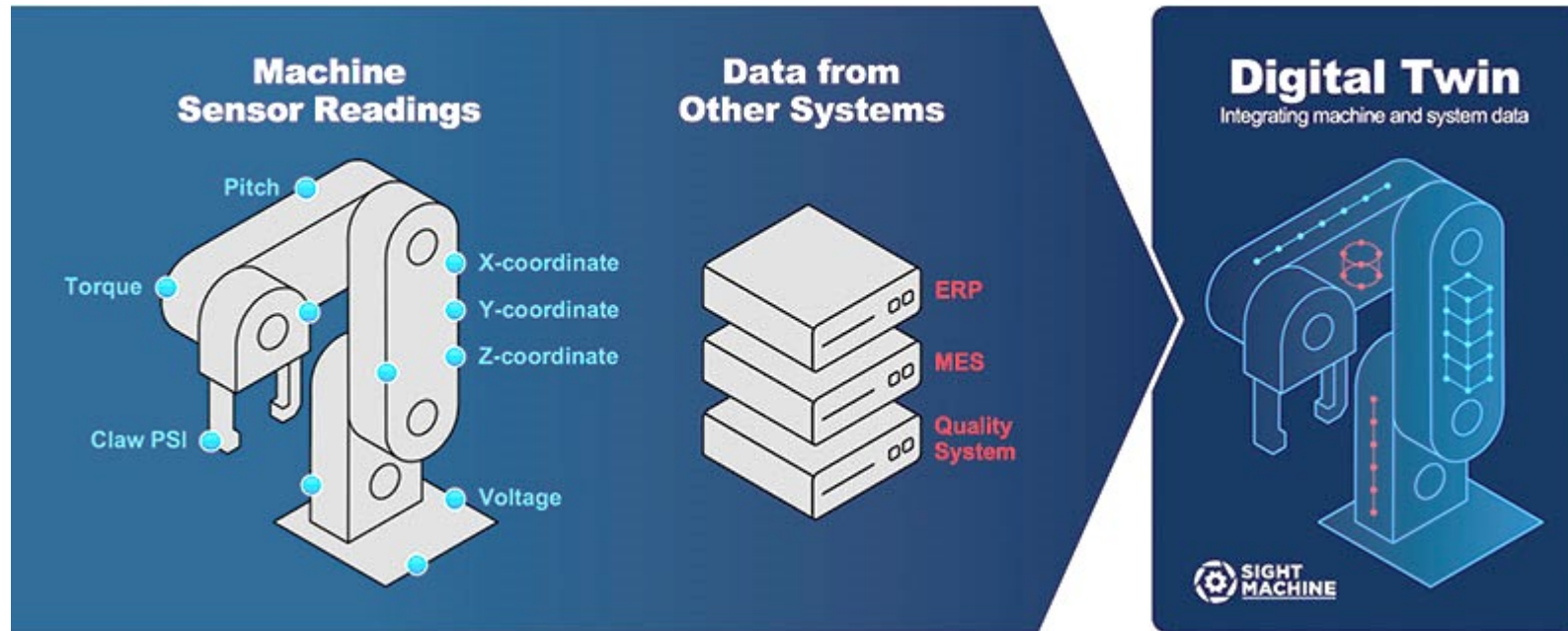


Nel caso d'uso preso in esempio vi sarà **un operatore** e **un robot** che attraverso i loro protocolli vogliono comunicare con il **Plant Controller**.

La necessità di avere una **comunicazione omogenea e veloce** fa nascere un problema.

Tale tesi ha come scopo quello di sperimentare come l'uso dei **Digital Twin** possa risolvere tali problemi.

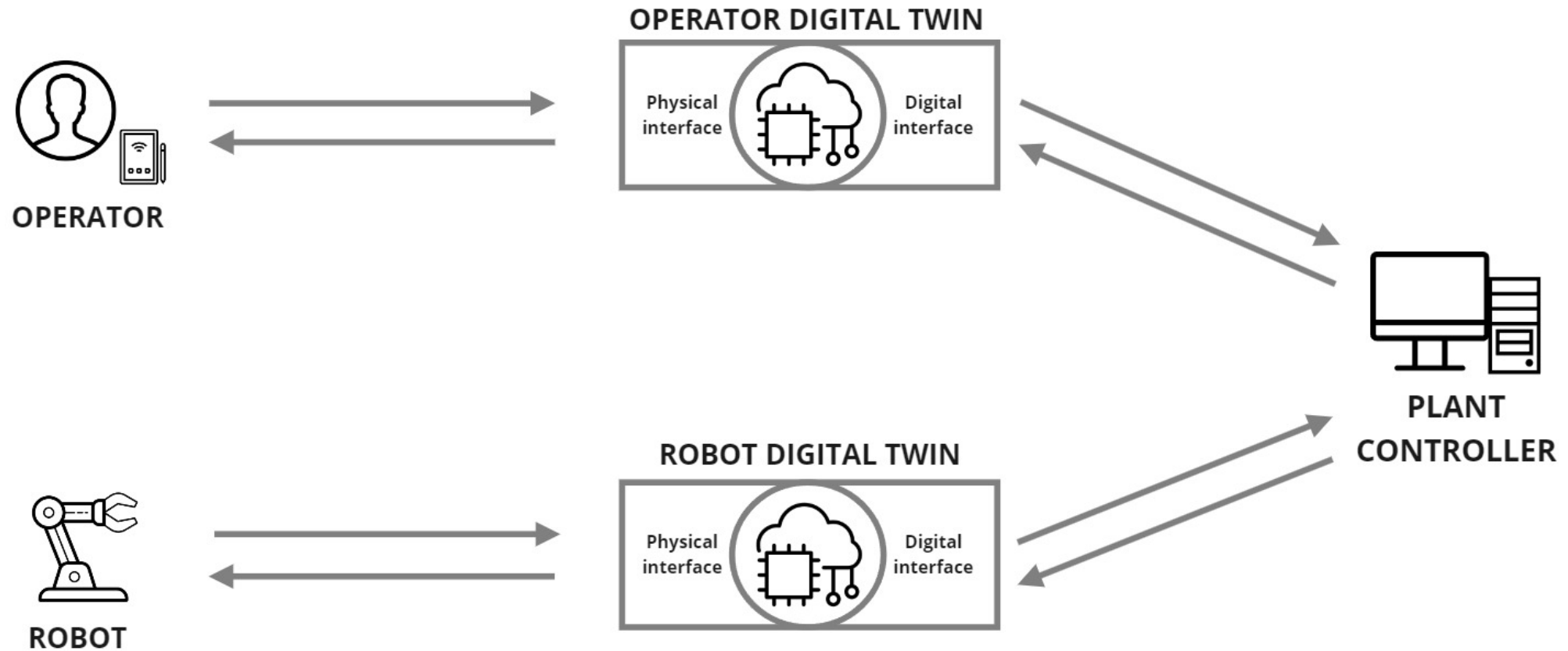
Digital Twin



Un Digital Twin (DT) è una **rappresentazione software** completa di un oggetto fisico.

Include le **proprietà**, le **condizioni** e i **comportamenti** dell'oggetto reale attraverso modelli e dati.

Progetto - Architettura



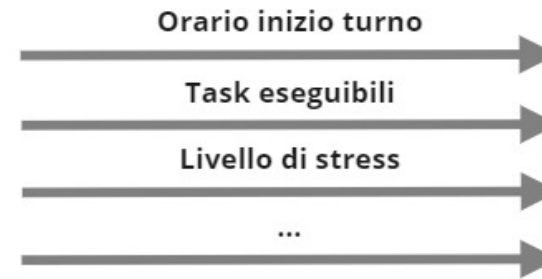
Operatore

L'operatore dovrà **comunicare**:

- Le proprie informazioni lavorative
- Le proprie informazioni fisiche



OPERATOR



OPERATOR DIGITAL TWIN

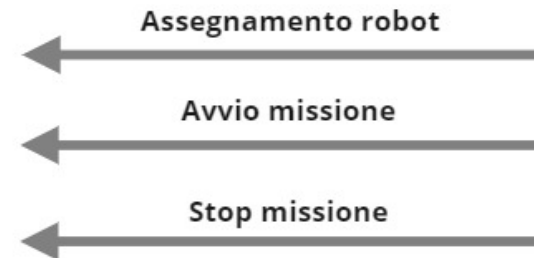


Ma dovrà anche **rimanere in ascolto**
per eventuali:

- Allocazione per task
- Avvio/Stop missione



OPERATOR



OPERATOR DIGITAL TWIN

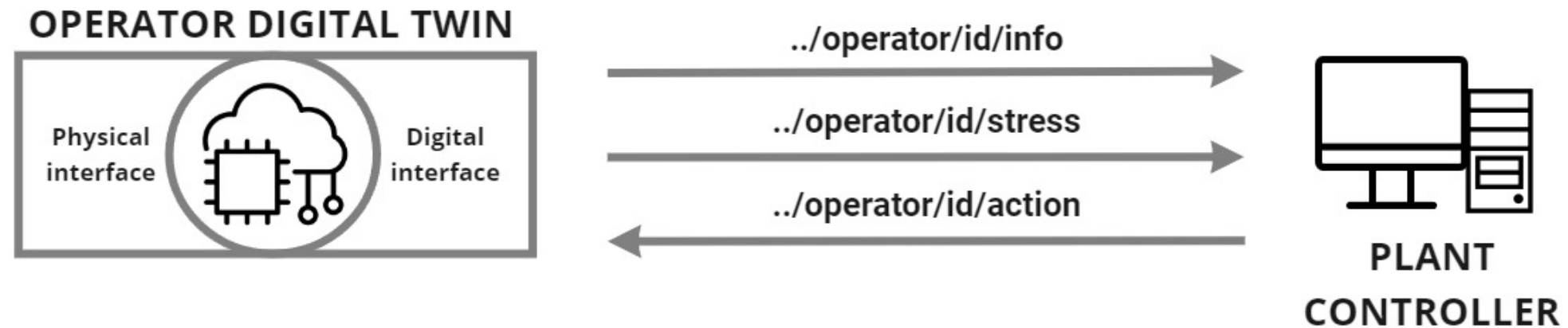


Operator Digital Twin

L'Operator Digital Twin dovrà:

- Inviare le info dell'operatore ricevute verso il Plant Controller
- Ricevere le azioni dal Controller da inviare poi al proprio operatore

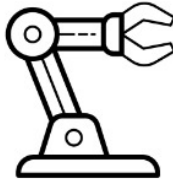
Il DT fa da mediatore e traduttore da e verso l'operatore eliminando la complessità fisica



Robot

Il robot **comunicherà** al proprio DT:

- La posizione in cui si trova e tutte le proprie impostazioni
- I task che può realizzare



ROBOT

Posizione giunti

Tipologia e stato end effector

Velocità

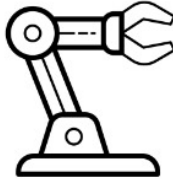
Task eseguibili

ROBOT DIGITAL TWIN



Ma dovrà anche **rimanere in ascolto** per eventuali:

- Assegnamento operatore
- Avvio/Stop missione
- Cambio velocità



ROBOT

Assegnamento operatore

Coordinate movimenti

Coordinate home

Avvio/Stop missione

Cambio velocità

ROBOT DIGITAL TWIN

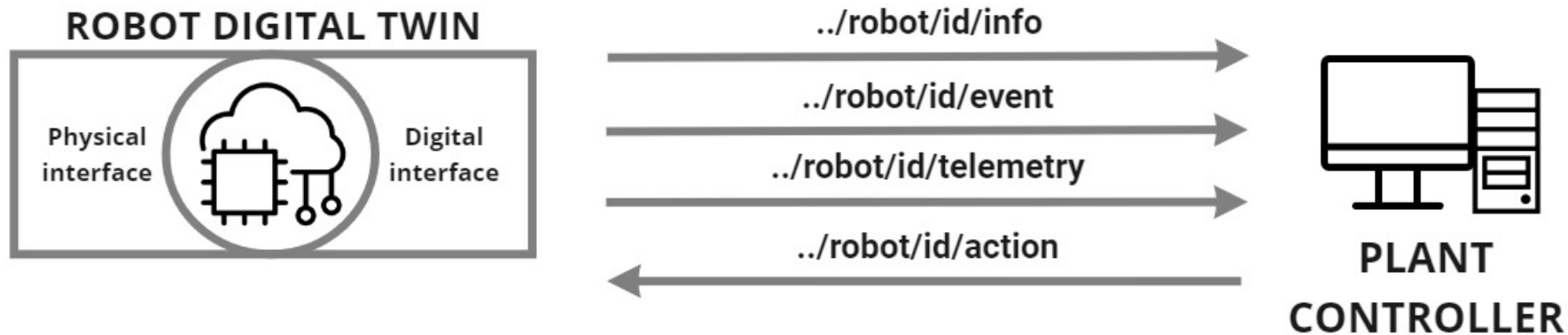


Robot Digital Twin

Il Robot Digital Twin come quello dell'operatore dovrà:

- Inviare le info ricevute dal robot verso il Plant Controller sui topic opportuni
- Ricevere le azioni dal Controller da inviare poi al robot associato

Il DT fa da mediatore e traduttore da e verso il robot eliminando la complessità fisica

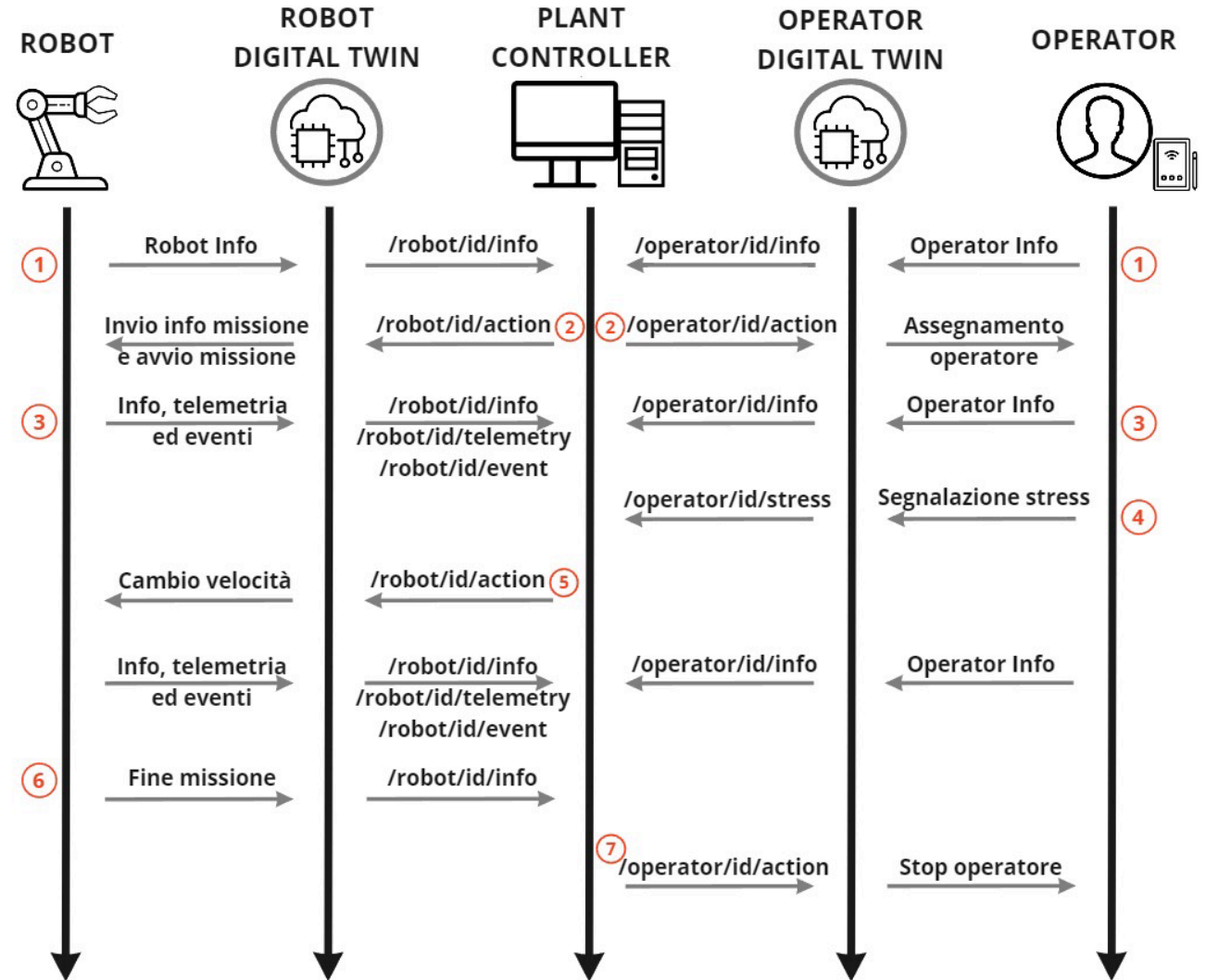


Plant Controller

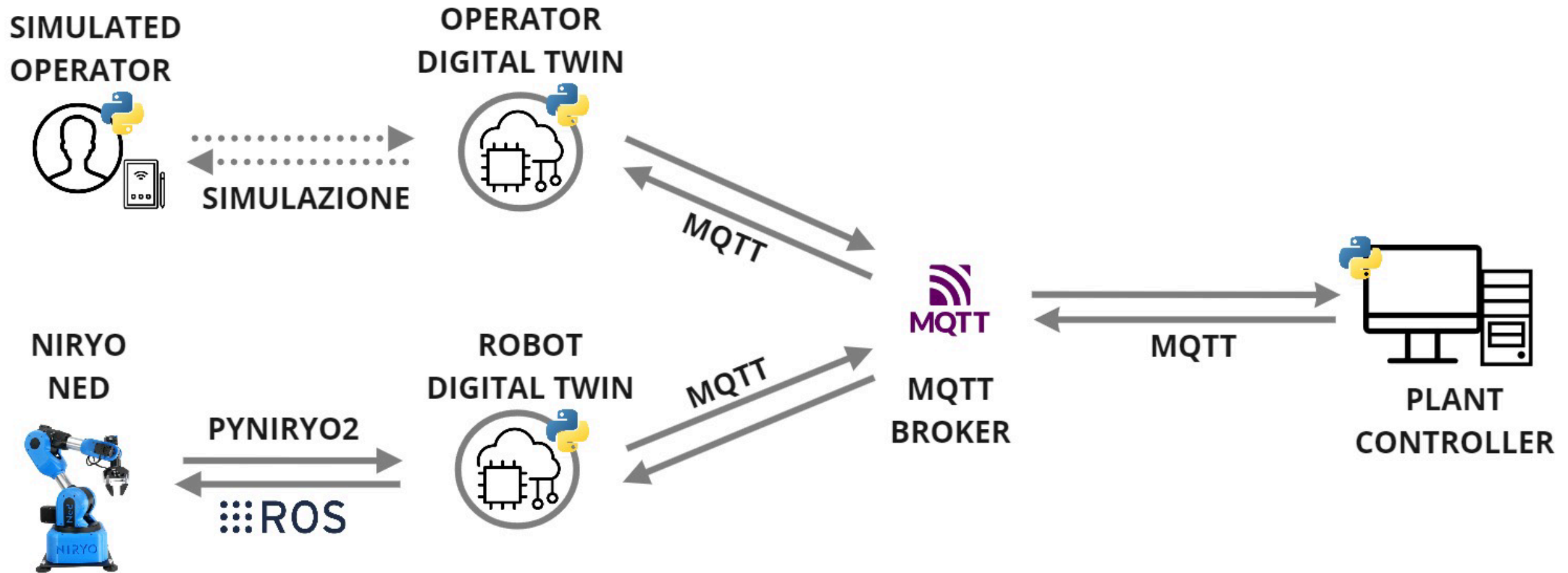
Il Plant Controller potrà:

- **ascoltare i diversi DT**
- avere informazioni sulle varie entità fisiche
- **comunicare con le altre entità**

Il Plant Controller ha una sola modalità e protocollo di comunicazione e a questi **si adattano i Digital Twin**.



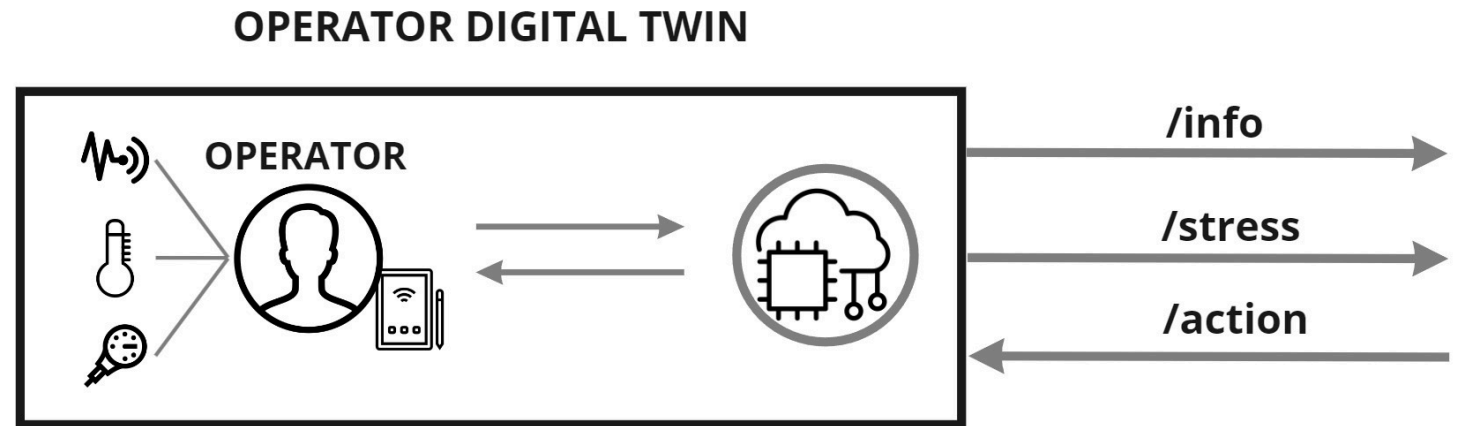
Implementazione



Operatore e Operator Digital Twin

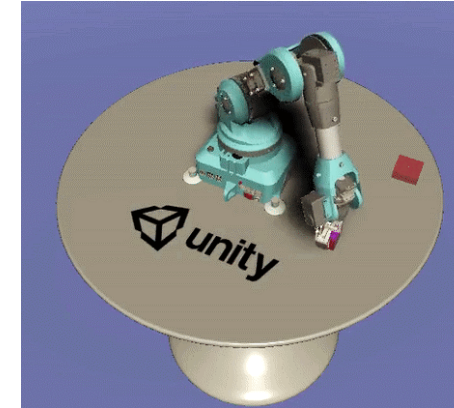
Implementazione dell'operatore e del suo Digital Twin:

- **Operatore** e tutti i suoi segnali **simulato** all'interno del DT
- **Definizione di un client MQTT** per la comunicazione con l'esterno



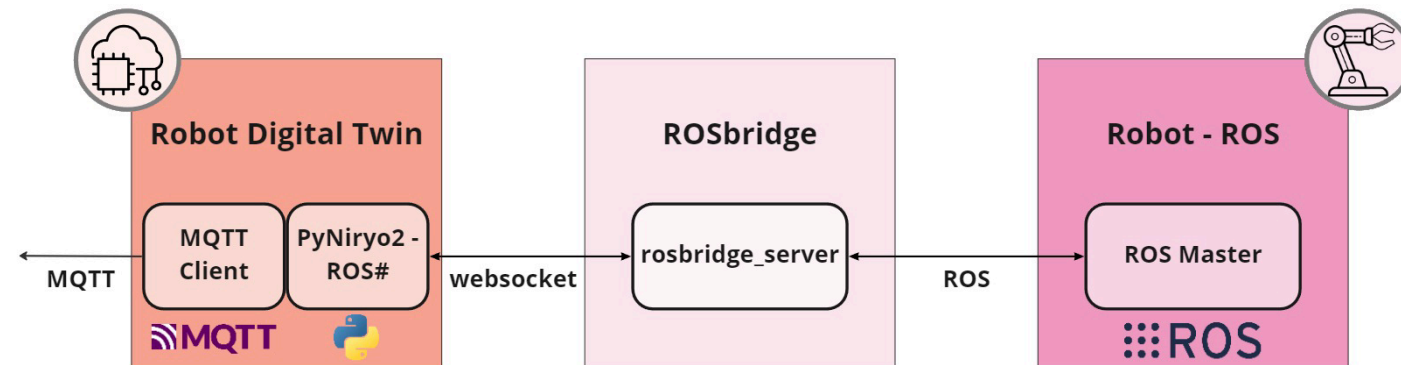
Robot e Robot Digital Twin

Il robot è stato implementato prima all'interno di una scena virtuale con Unity e poi nella realtà utilizzando il Niryo Ned.



Il Robot Digital Twin viene implementato:

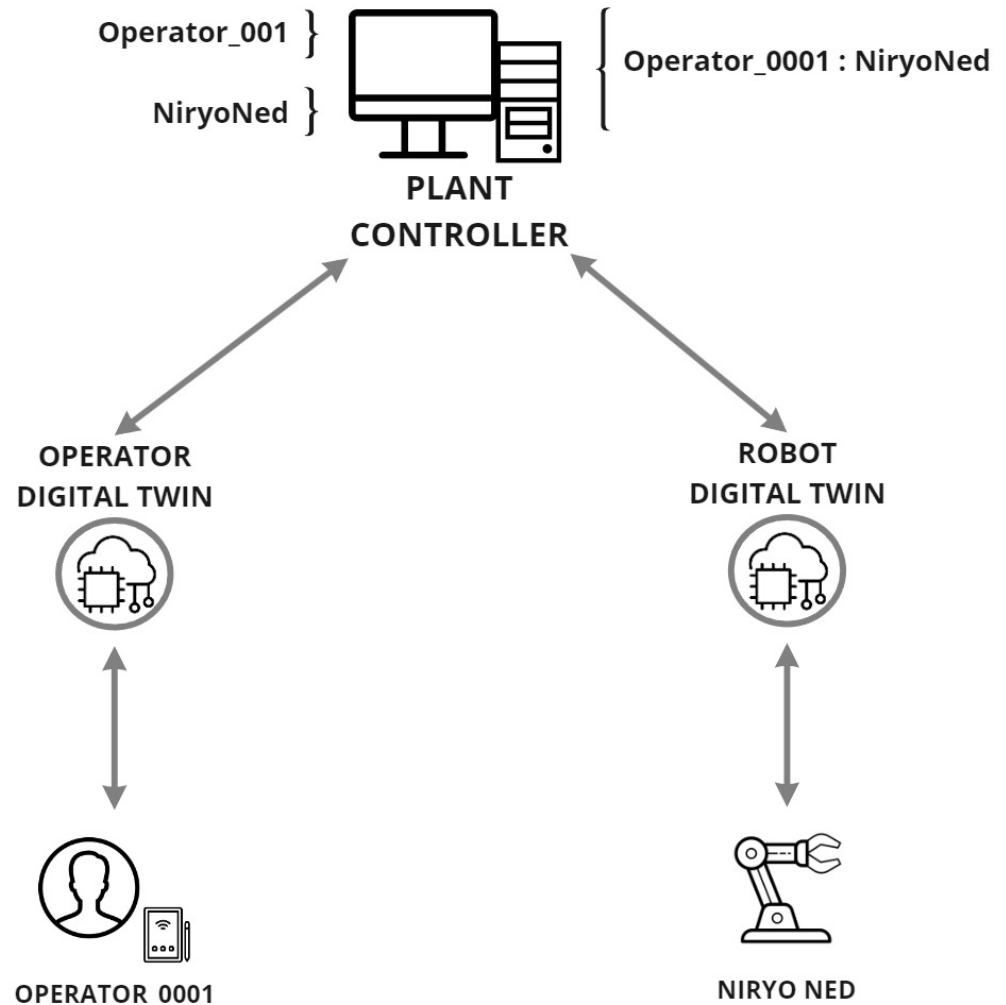
- **Istanziando un client MQTT** per parlare con le altre entità digitali
- **Importando le librerie** (PyNiryo2/ROS#) per parlare con il robot



Plant Controller

Il Plant Controller riceve tutte le registrazioni dei diversi Digital Twin e salva le loro informazioni al suo interno.

Quando deve pianificare una nuova missione recupera le informazioni delle varie entità per decidere a chi assegnarla.



The background of the slide is a complex, abstract network diagram. It consists of numerous nodes of varying sizes, some solid and some hollow, connected by a web of thin, light gray lines. The nodes are colored in shades of blue, dark gray, and light gray. The overall effect is a sense of interconnectedness and digital structure.

**Grazie per la vostra
attenzione**