# UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI SALERNO

**DIPARTIMENTO DI INGEGNERIA DELL'INFORMAZIONE ED ELETTRICA E MATEMATICA APPLICATA**


# COGNITIVE ROBOTICS PROJECT

# PEPPER SOCIALE

Group 18



**GIOVANNI PUZO** — **VITTORIO FINA**

**VINCENZO RUSSOMANNO** — **SALVATORE VENTRE**

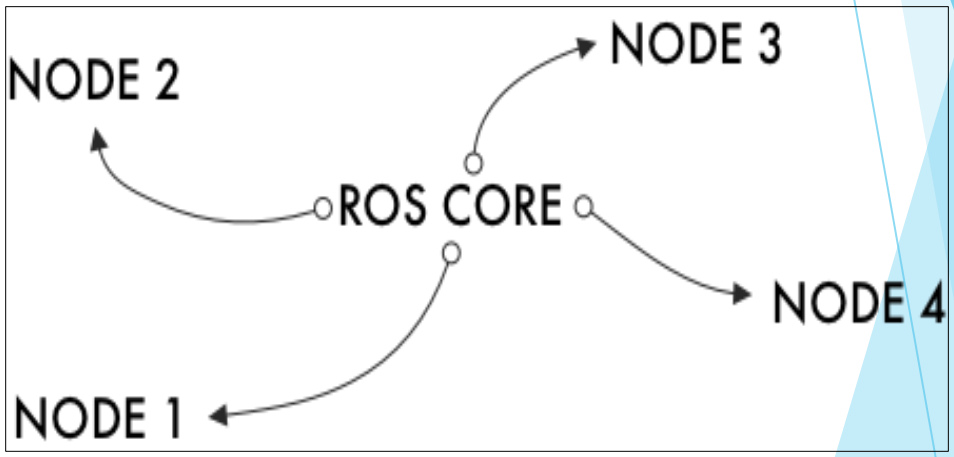

**ANNO ACCADEMICO 2020-2021**

# ARCHITETTURA (1)

L'architettura sviluppata prevede l'utilizzo di 4 nodi fondamentali. Alcuni di loro cooperano usando i topic e la tecnica di comunicazione publisher/subscriber per permettere a Pepper di eseguire un dato compito.

Possiamo distinguere i nodi come segue:

- Camera Acquisition
- Head Movement
- Animated Say
- Object Detection



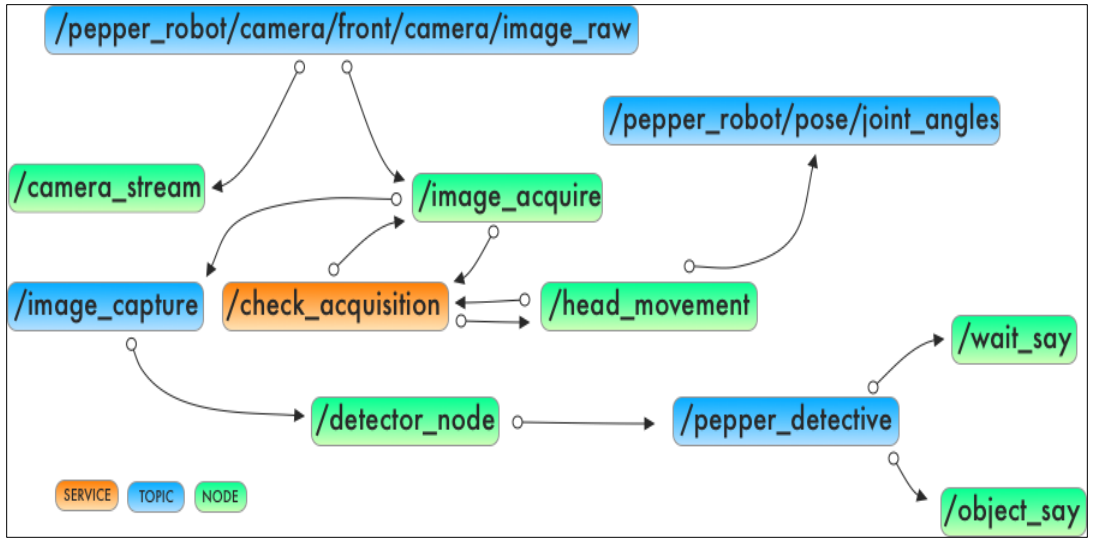
# ARCHITETTURA (2)

In particolare:

1. **Camera Acquisition**: ha l'obiettivo di gestire gli aspetti relativi alla fotocamera frontale di Pepper, che si tratti di acquisizione di immagini o di mostrare il flusso video.
2. **Head Movement**: ha l'obiettivo di gestire gli aspetti relativi ai movimenti della testa di Pepper e comunicare con il topic responsabile del movimento dei giunti e far sì che Pepper possa girare la testa.
3. **Animated Say**: ha l'obiettivo di gestire gli aspetti relativi alle capacità di Pepper di parlare.
4. **Object Detection**: ha l'obiettivo di gestire gli aspetti relativi alle funzionalità di Pepper per il rilevamento degli oggetti in una scena. Una descrizione dettagliata del detector utilizzato sarà mostrata nelle diapositive successive.

# ARCHITETTURA (3)

Descrizione dettagliata dei protocolli di comunicazione utilizzati per far interagire i nodi creati, compresi i meccanismi di *publisher/subscriber* coi realativi topics e l'architettura dei servizi utilizzata:




Nella foto si possono vedere i nodi in esecuzione in *verde*, gli argomenti che permettono interazioni in *blu* e i servizi disponibili in *arancione*. Una freccia che va da un **topic** ad un **nodo** indica che quel nodo è inizializzato come *subscriber* , nel caso contrario come *publisher*.

# SCELTE IMPLEMENTATIVE (1)

Lo sviluppo del progetto è stato caratterizzato da alcuni aspetti significativi:

- Uso di **msg files**: **`ImageWithPose.msg`, `DetectionWithPose.msg`**

  sono semplici files di testo che descrivono i campi di un messaggio ROS e sono memorizzati nella directory *msg* di un package:

  - ***ImageWithPose.msg***: Position (string) + Image
  - ***DetectionWithPose.msg***: Position (string) + Detections (vector)
- **Launch file**: tutti i nodi vengono lanciati contemporaneamente col file *pepper.launch* e viene eseguito il flusso logico del sistema, dal movimento della testa all'inferenza sulle immagini catturate.
- **Startup head position check**: Prima dell'acquisizione delle immagini, viene effetuata una fase di configurazione per far sì che Pepper si trovi in una giusta posizione di partenza.

# SCELTE IMPLEMENTATIVE (2)

Altri aspetti significativi relativi allo sviluppo del progetto sono:

- Uso dei **services**: per la gestione della cattura delle immagini in risposta alla rotazione della testa del robot.
  - ***Client*** Head Movement Node: si occupa di preparare l'acquisizione dell'immagine della camera per una certa «head position».
  - ***Server*** Camera Acquistion: ha il compito di recuperare il frame corrente dalla camera e pubblicarlo sul topic */image_capture*.

Questo meccanismo risulta utile perché il nodo */head_movement* ha come unica preoccupazione quella di pubblicare messaggi sul topic relativo al movimento dei giunti e, una volta in posizione, chiamare il servizio appena citato ricevendo risposta negativa o positiva.

# MODELLO (1)

È stato scelto di utilizzare uno dei modelli pre-addestrati sul dataset COCO 2017, in particolare quello più performante considerando un compromesso tra il tempo di elabolazione e l'mAP. Un'altra caratteristica tenuta in considerazione è stata la dimensione del modello, in modo tale da avere un tempo ragionevole di caricamento nel robot.

| Model | test-dev AP | test-dev $AP_{50}$ | test-dev $AP_{75}$ | val AP | Params |
|---|---|---|---|---|---|
| **EfficientDet-D0 (512)** | **34.6** | **53.0** | **37.1** | **34.3** | **3.9M** |
| YOLOv3 [34] | 33.0 | 57.9 | 34.4 | - | - |
| **EfficientDet-D1 (640)** | **40.5** | **59.1** | **43.7** | **40.2** | **6.6M** |
| RetinaNet-R50 (640) [24] | 39.2 | 58.0 | 42.3 | 39.2 | 34M |
| RetinaNet-R101 (640)[24] | 39.9 | 58.5 | 43.0 | 39.8 | 53M |

Sono stati presi in considerazione due modelli di Object Recognition:

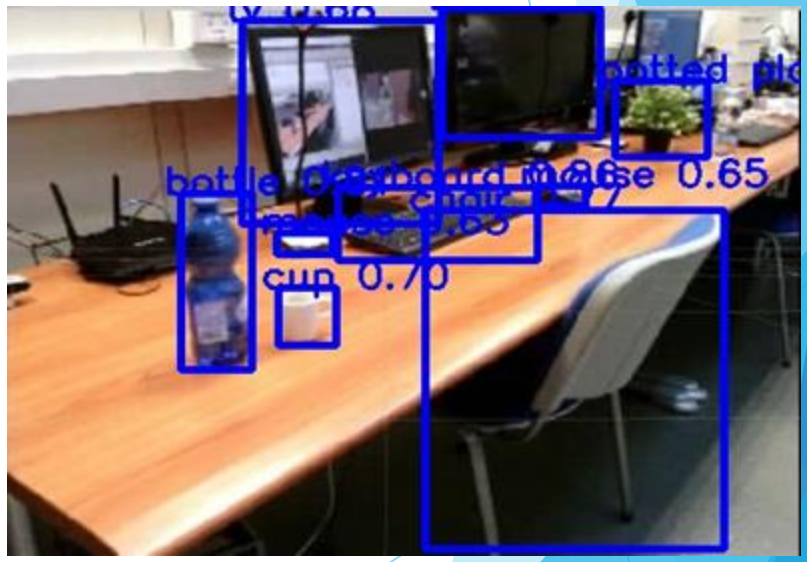
**EfficienDet-D0** e **EfficienDet-D1**

# MODELLO (2)

È stato scelto il modello ***EfficienDet-D1-coco17*** con 32 TPUs (Tensor Processing Unit) e con le seguenti caratteristiche più significative:

| Model Name | Speed (ms) | COCO mAP | Input size | Outputs |
|---|---|---|---|---|
| EfficienDet-D1 | 54 | 38.4 | 640x640 | Boxes |

- Sebbene *Efficientdet-D0* avesse una velocità di esecuzione più veloce di 15ms, *Efficiendet-D1* presenta un mAP maggiore con una dimensione di ingresso più grande.
- La rete segue il paradigma one-stage detector e usa come rete di backbone EfficientNet pre-addestrata su Imagenet e BiFPN per l'estrazione delle features.



# VIDEO


**GitHub Project Link:** Cognitive Robotics Project 2020

# PEPPER SOCIALE


# GRAZIE PER L'ATTENZIONE