REALIZZATO CON IL SOSTEGNO DI

UNIONE EUROPEA
Fondo europeo di sviluppo regionale

Regione Lombardia

fesr

POR FESR 2014-2020 / INNOVAZIONE E COMPETITIVITÀ

Evento informativo dei Progetti Regionali
Bando linea *R&S per Aggregazioni*
in corso presso Università Studi Milano-Bicocca

17 luglio 2018 – Ed. U36 (Torre Breda)

HOME IOT

THE HOME OF INTERNET OF THINGS

IoT: Internet delle Cose

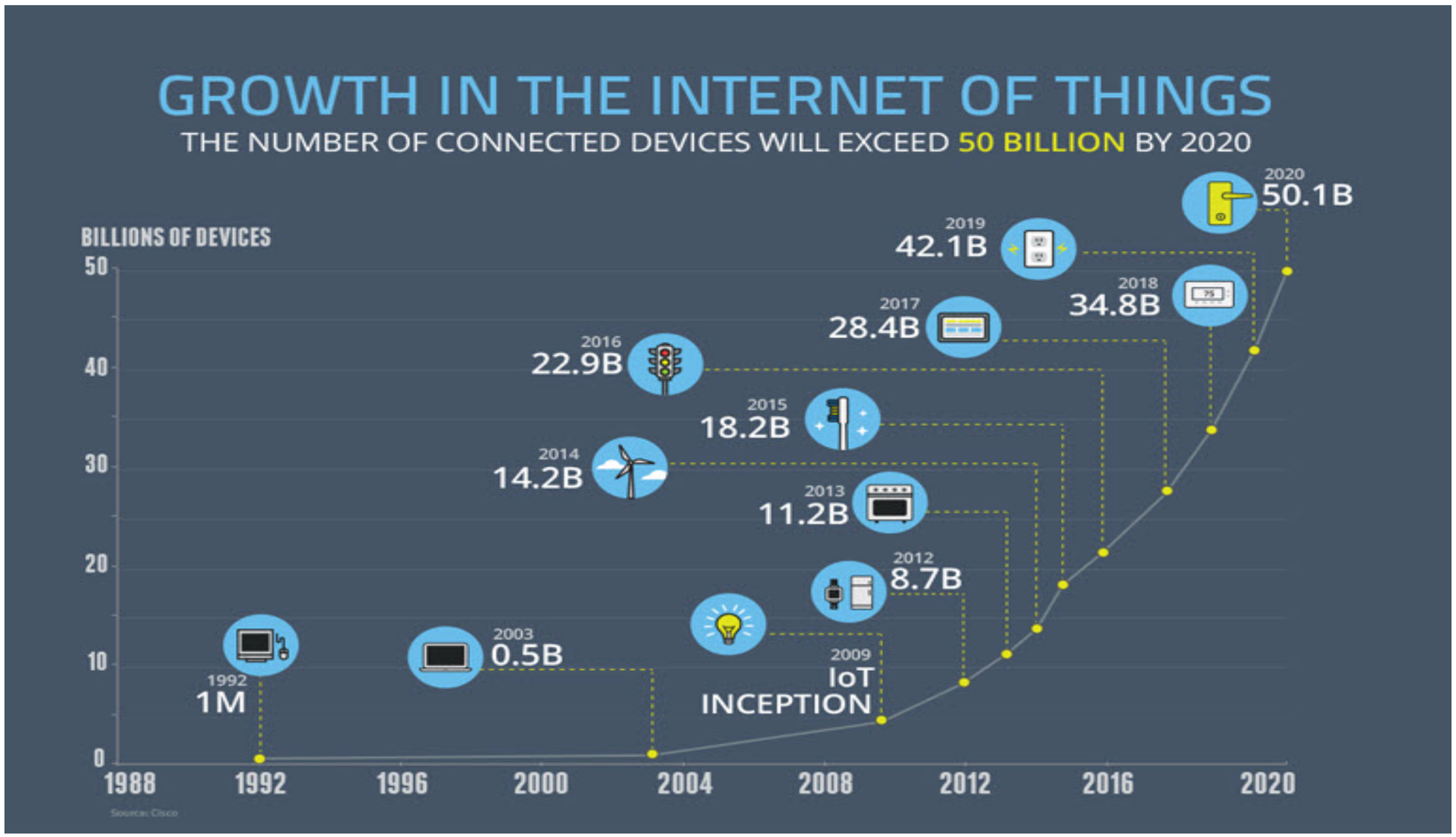
- **IoT** (Internet delle Cose) dà una **identità elettronica** alle cose, rendendole "intelligenti" e in grado di comunicare e interagire tra loro attraverso Internet

http://www.cnrweb.tv/l-internet-of-things/

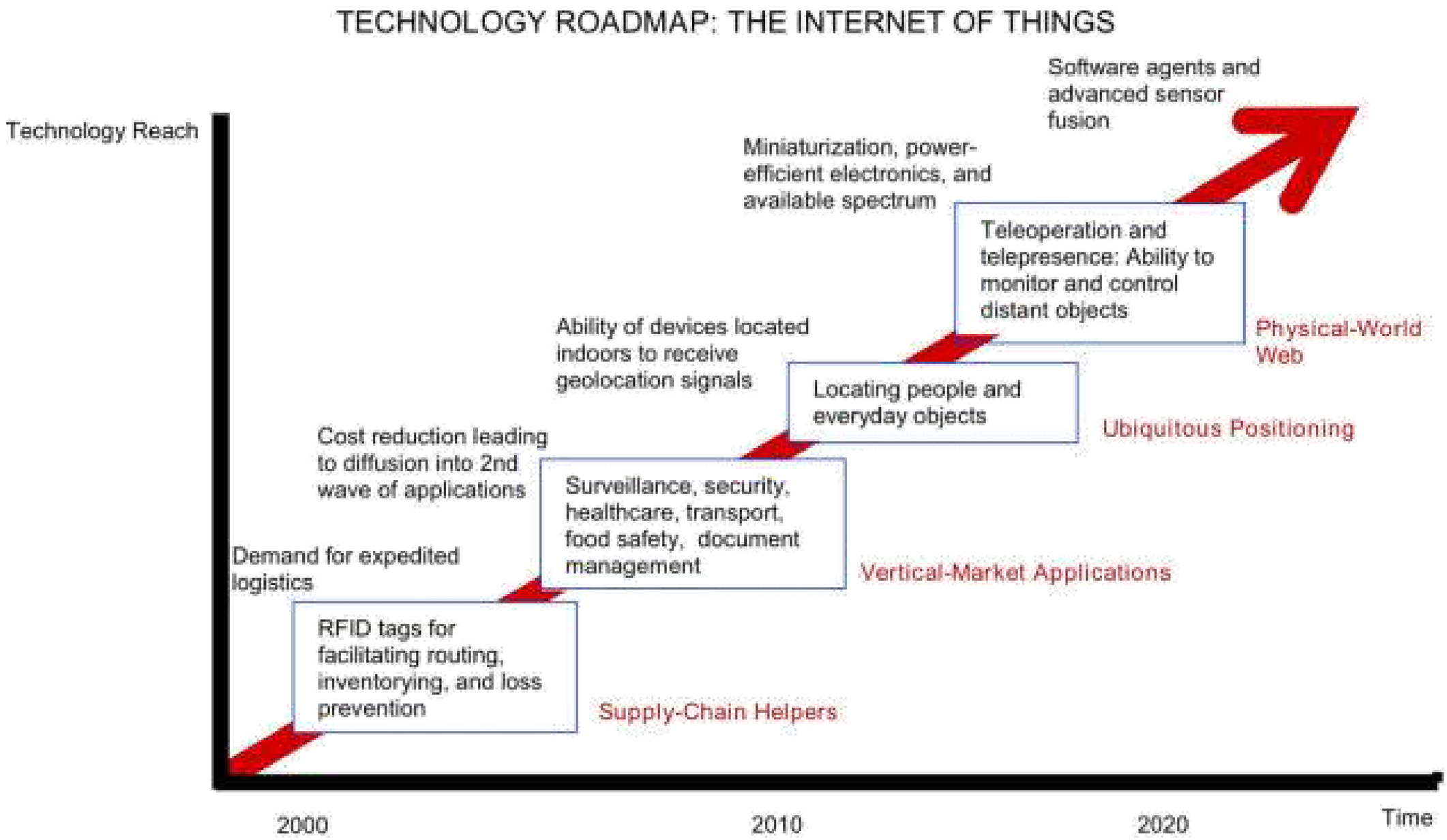
IoT: il mercato dell'Internet delle Cose: Quanto?

- **Il numero dei dispositivi interconnessi è proiettato crescere da 22.9B nel 2016 a 50.1B entro il 2020, con una crescita cumulativa (CAGR) del 21.62% in quattro anni**

  Source: World Economic Forum, Is this the future of the Internet of Things?, Nov. 27, 2015



La sfida dell'Internet delle Cose



Source: SRI Consulting Business Intelligence

IoT: le applicazioni

- ✓ connected homes
- ✓ connected vehicles
- ✓ connected cities
- ✓ wearable systems
- ✓ applicazioni industriali (processi produttivi)
- ✓ logistica e infomobilità
- ✓ design, mobile ed arredo
- ✓ efficienza energetica
- ✓ assistenza sanitaria remota
- ✓ tutela ambientale
- ✓ tutela e recupero dei beni culturali
- ✓ …molto altro ancora

L’architettura generale

Infrastrutture per raccolta e trasmissione dati

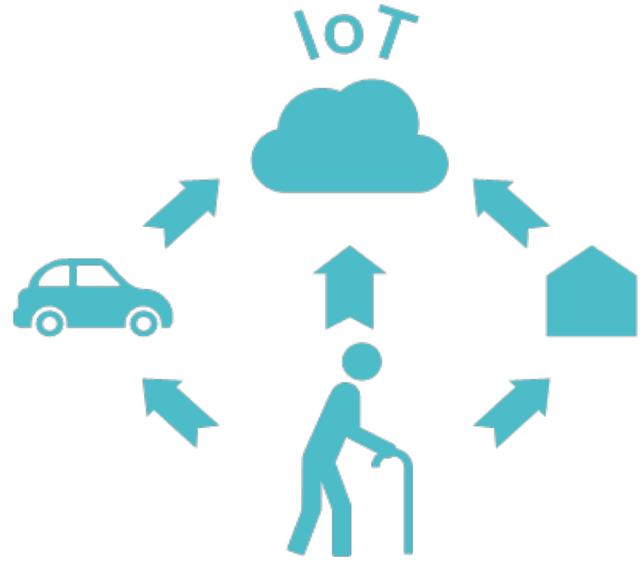
Elaborazione delle informazioni per supporto alle decisioni

Reti di sensori/attuatori

Il progetto Home of Iot

- Declina i temi *IoT* in un'ottica di servizi a supporto dell'*active ageing* e dell'assistenza intelligente agli anziani e alle loro famiglie.
  - ✓ Area di Specializzazione S3 :
    - Industria della Salute
  - ✓ Macrotematica di riferimento: IS3
    - Invecchiamento attivo
  - ✓ Tema di Sviluppo S3: IS3.4
    - Sviluppo di sistemi per la tutela della salute e per il miglioramento della qualità della vita del cittadino anziano

Il progetto Home of Iot: Obiettivi



- Realizzazione di un sistema client-server di health-care e safety assistance remoto.
  - ✓ rilevare i segnali precoci («early signs») relativi a condizioni fisiologiche critiche
  - ✓ rilevare pericoli in persone affette da patologie croniche e/o anziane
  - ✓ monitorare lo stato di salute delle persone e prevedere situazioni anomale
- Domini di utilizzo
  - ✓ domestici, "indoor"
  - ✓ utilizzo sicuro di auto veicoli, "automotive".

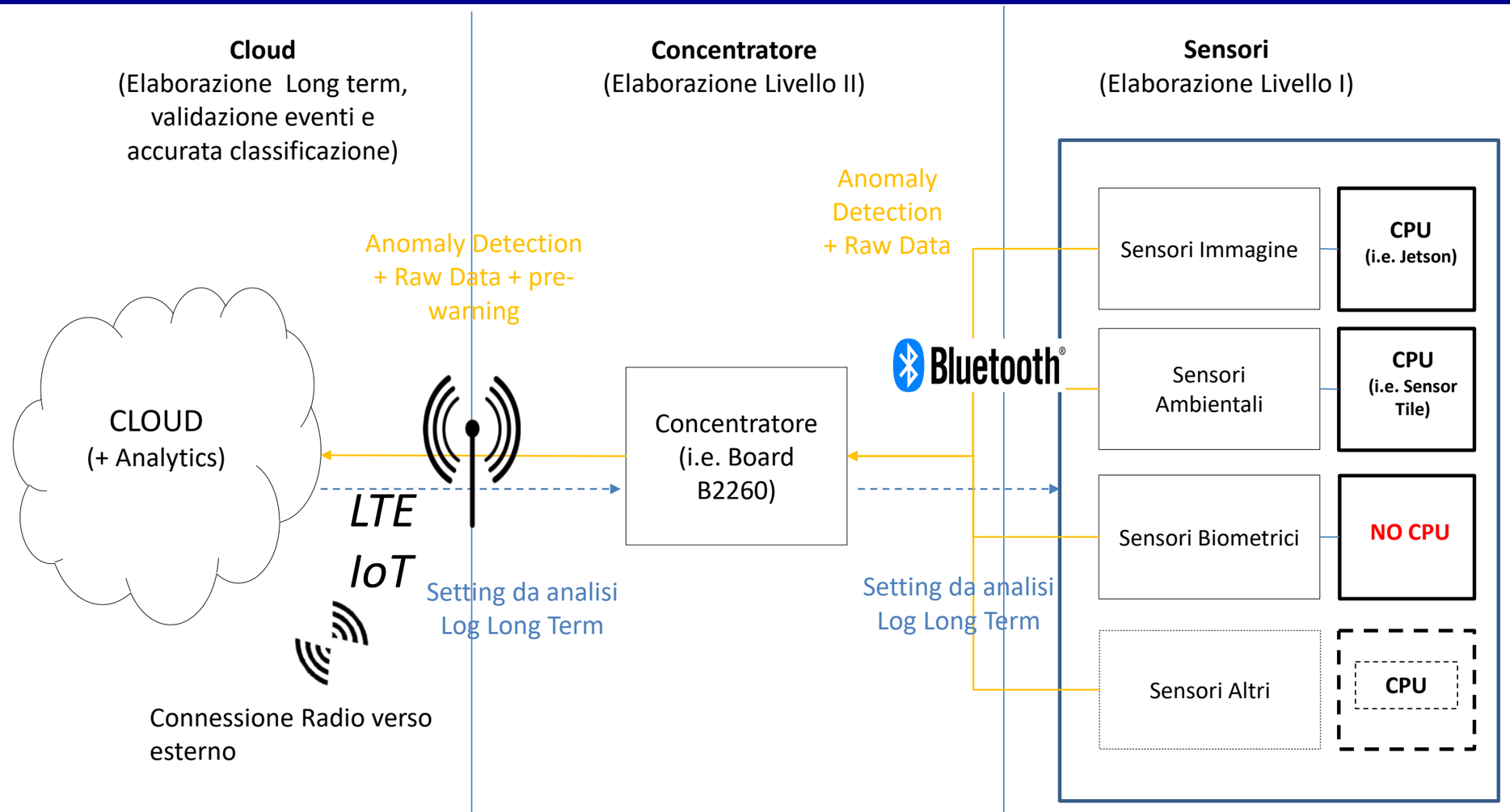
Il progetto Home of Iot: I partners

- Centri di ricerca:
  - ✓ Università degli Studi di Milano-Bicocca (capofila)
  - ✓ Università degli Studi di Pavia
- Grandi Aziende:
  - ✓ ST Microelectronics s.r.l.
- PMI:
  - ✓ Azcom Technology s.r.l.
  - ✓ Elexes s.r.l.
  - ✓ Techinnova s.r.l.

Work Packages

WP	WP Name	WP Leader	WP Partners
1	**Coordination and Management**	**UNIMIB**	All Partners
2	**Use Cases**	**Techinnova**	Techinnova , UNIPV, UNIMIB, ST, Azcom
3	**Algorithm development**	**UNIMIB, UNIPV**	UNIPV, UNIMIB, ST, AZcom
4	**System Integration, validation, monitoring and refinement**	**UNIMIB, ST**	UNIMIB, ST, AZcom, Techinnova, UNIPV
5	**Use cases validation**	**Techinnova**	All Partners
6	**Cloud based data mining & Neural Big Data**	**UNIMIB**	UNIMIB
7	**Dissemination**	**UNIMIB, Techinnova**	All Partners

Il progetto Home of Iot: architettura



- Caratterizzazione «normalità»
- Fine tuning caratterizzazione

- Elaborazione prima risposta a anomaly dection/ event detection

- Settings (default locale vs feedback dal Cloud)
- Comunicazione Dati Raw
- Event Detection (Must have)
- Possibile Classificazione locale (sistema sensori dotati di CPU) poi affinata nel Cloud. Per sensori senza CPU classificazione nel Concentratore/Cloud

Il progetto Home of Iot: architettura

- Rete di sensori eterogenei intelligenti
  - ✓ Sensori imaging (per elaborazione automatica immagini)
  - ✓ Sensori atti a rilevare dati biometrici (i.e. pressione, temperatura corporea, attività fisica ecc.)
  - ✓ Sensori ambientali (i.e. temperatura, umidità ecc.)
- Ciascun sensore è affiancato da un'unità di elaborazione miniaturizzata
- Che esegue algoritmi intelligenti in grado di
  - ✓ interpretare i segnali provenienti dai sensori
  - ✓ ottenere una descrizione compatta tramite metadati, come: identità, stato d'animo, cadute, postura, attenzione, etc.
- I segnali con i relativi metadati sono poi trasferiti a un «gateway»
- E quindi in «cloud» per un'analisi di alto livello per caratterizzare e classificare i comportamenti su diverse scale temporali e valutare azioni da intraprendere

Descrizione Architettura di Sistema: Concentratore

- Il concentratore ha la funzione di eseguire una prima analisi delle anomaly detection provenienti dai sensori e di eseguire una diagnostica sulla base dei dati provenienti da altri sensori (sulla base di un «modello di ragionamento» e del confronto con la caratterizzazione «long term» operata nel cloud). E' sempre il concentratore a essere il tramite tra i sensori e l'elaborazione eseguita dall' Analytics nel cloud per eventuali riconfigurazioni (i.e. set up soglie) sul lato sensori.
- Comunicazione: Il concentratore comunica con i sensori con tecnologia Bluetooth, mentre comunica con il Cloud e con l'esterno del sistema tramite tecnologia LTE IoT

Descrizione Architettura di Sistema: Cloud/ Analytics

- Descrizione/ Funzione: Il modulo di Analytics è ospitato nell'infrastruttura cloud e ha la funzione di eseguire il «fine tuning» della caratterizzazione per definire il «range» di normalità di riferimento per eventuali alert/ anomaly detection sollevati dai sensori e elaborati dal concentratore.

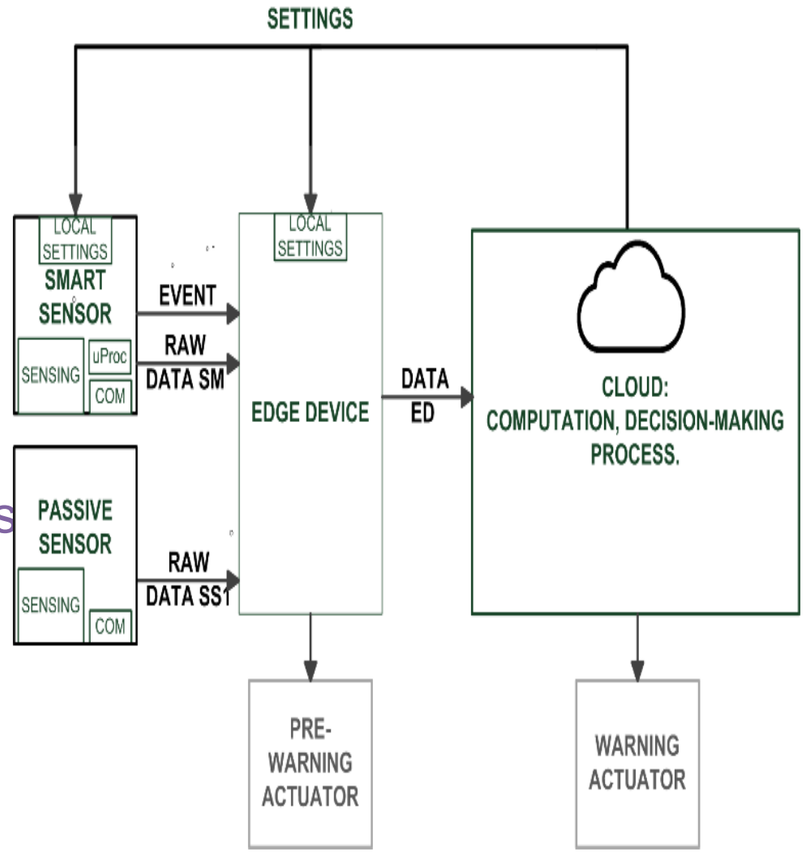
- Comunicazione: Il modulo di analytics, ospitato nel cloud, comunica esclusivamente con il concentratore e lo fa tramite tecnologia LTE

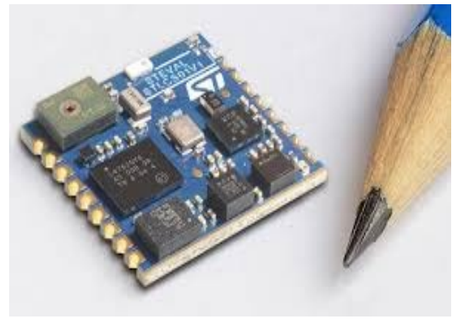
ST Contributions to Architecture

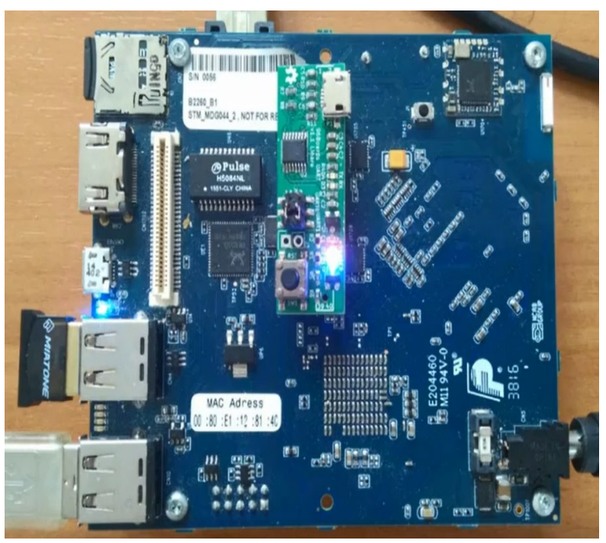
- System Architecture and associated HW/SW solutions

Role	Device
Intelligent Sensor	SensorTile
Smart Sensor	Bio2Bit
MCU	Nucleo STM32F411RE
Simple sensor	VG6640 camera
Smart Image Processor	STV0991 image processor
Advanced MPU	STM B2260

- Home and Automotive us

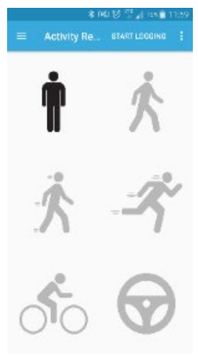




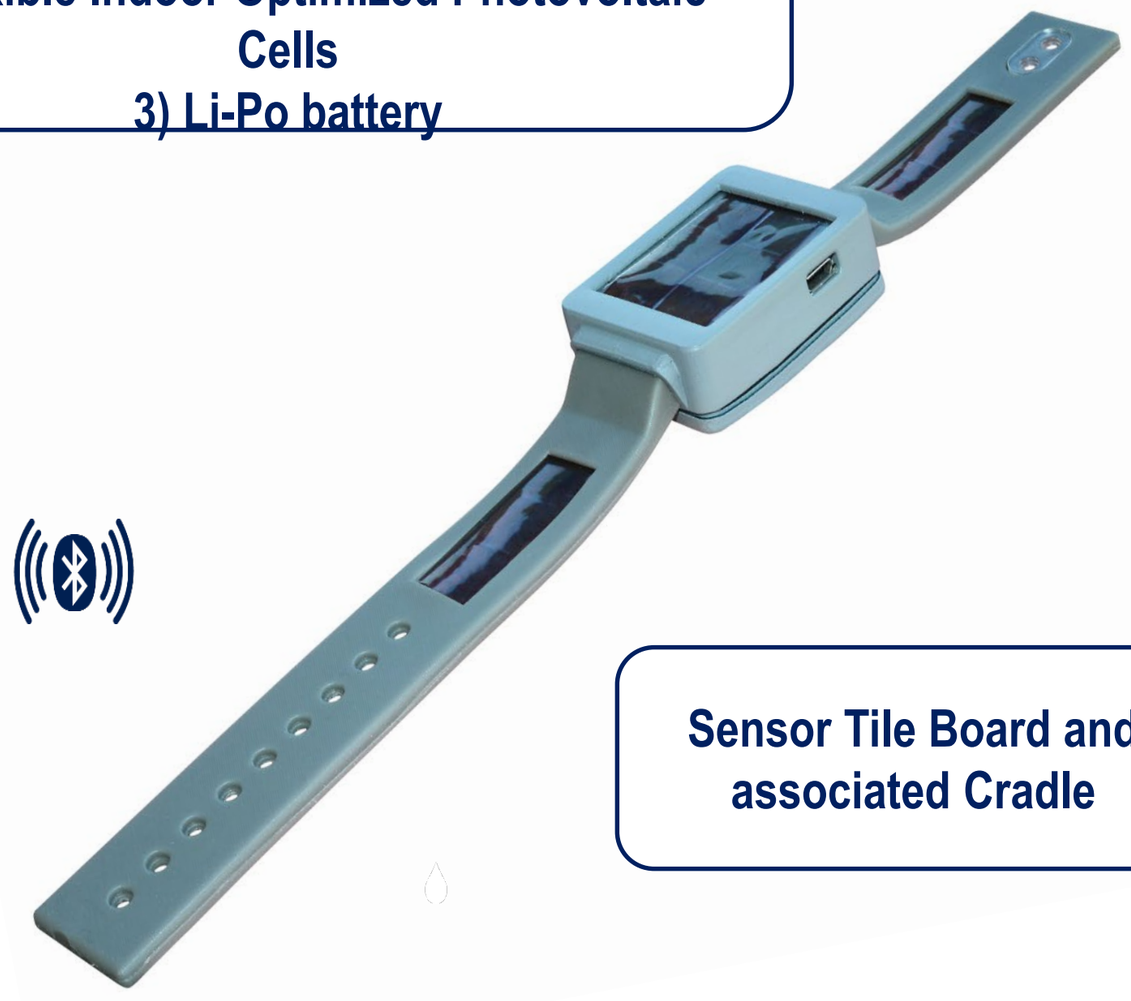


Human Activity Recognition Application

To extend battery lifetime in **indoor** as well as outdoor exploiting any available photons

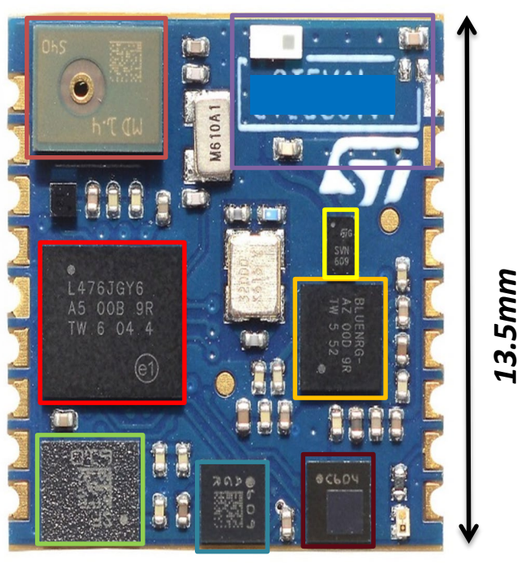


1) Artificially Intelligent Watch based on Neural Networks running on STM32 MCU
2) Flexible Indoor Optimized Photovoltaic Cells
3) Li-Po battery



Sensor Tile Board and associated Cradle

13.5mm



13.5mm

Azcom : Sistema di comunicazione

- Sviluppo sistema di comunicazione cellulare di 4° generazione LTE completamente integrato denominato **Network-in-A-Box (NIB)**.
- **Il sistema realizza una completa rete cellulare LTE** e resterà a disposizione della Università di Milano Bicocca e del Home of IoT e Demo Lab.
- è composto da:
  - **Small Cell eNodeB:** dedicata alla copertura radio LTE e all'accesso in mobilità dei dispositivi
  - **EPC** (Evolved Packet Core): che realizza le funzioni di core network 4G/LTE

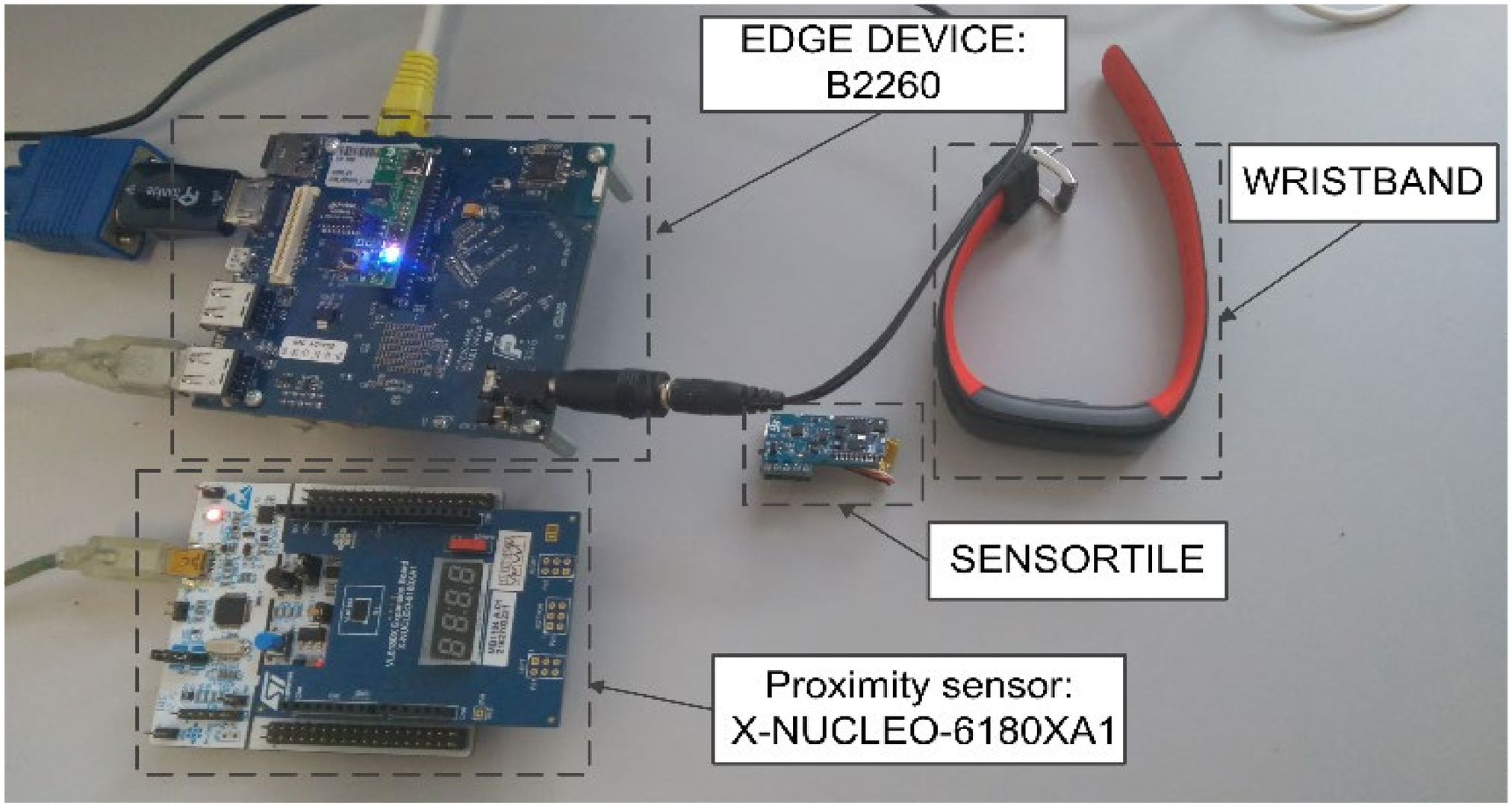
Caratteristiche del sistema

- Copertura -> Potenza d'uscita: **max 24 dBm (0.25 W)**
- Utilizzo con terminali COTS -> Banda usata: **LTE banda 7**
- Supporto di bitrate elevati (potenzialmente anche streaming)
  - Bitrate massimo downlink (rete -> UE): **70 Mbps**
  - Bitrate massimo uplink (UE -> rete): **40 Mbps**
- Sicurezza -> **SIM dedicate ad ogni nodo (programmate e fornite da Azcom)**
- Numero massimo di utenti connessi: **32**

Sistema realizzato

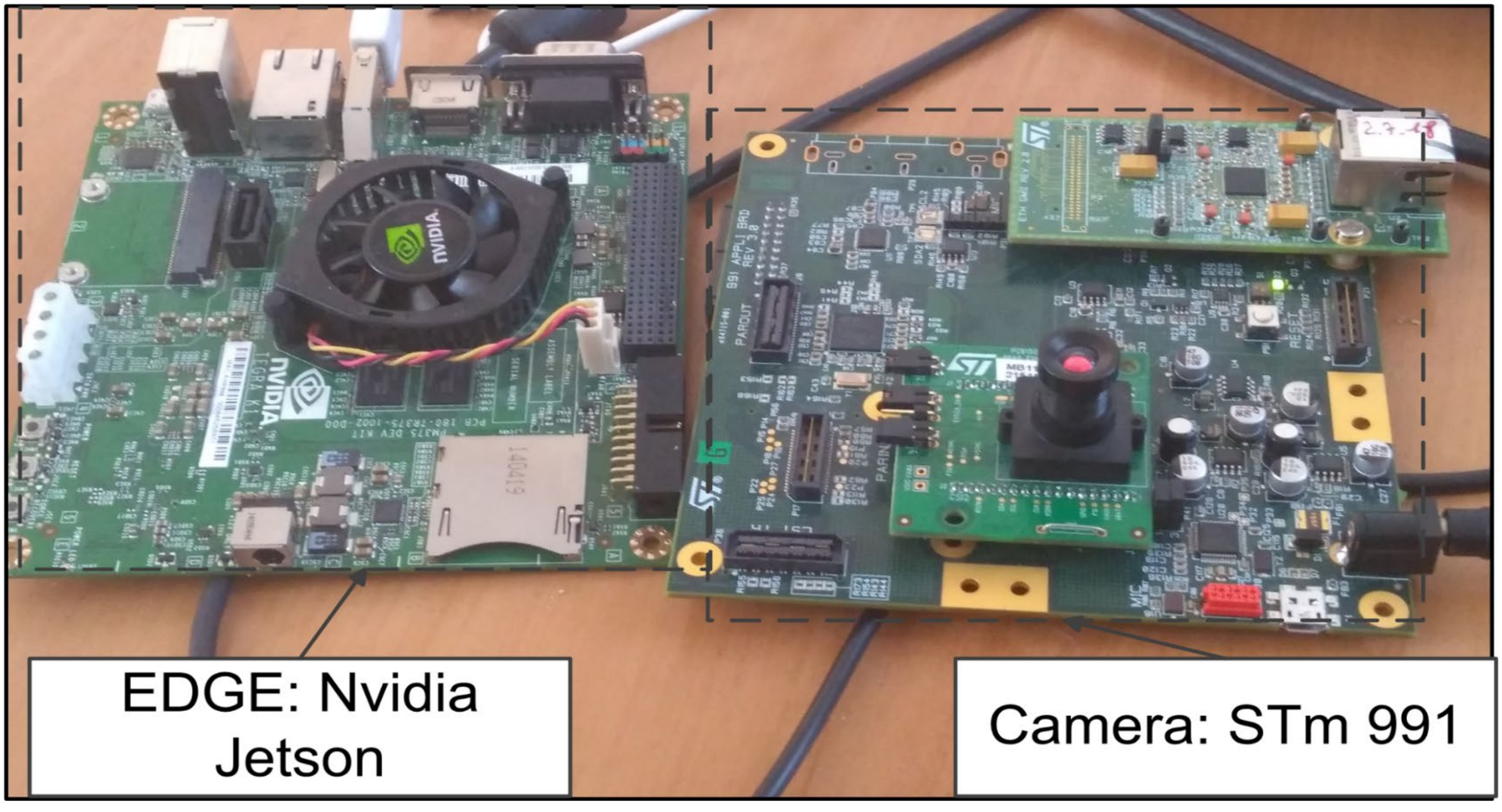
UNIMIB Fisica: Hardware Architecture for Home-IoT

- Body and Environment devices:



Hardware

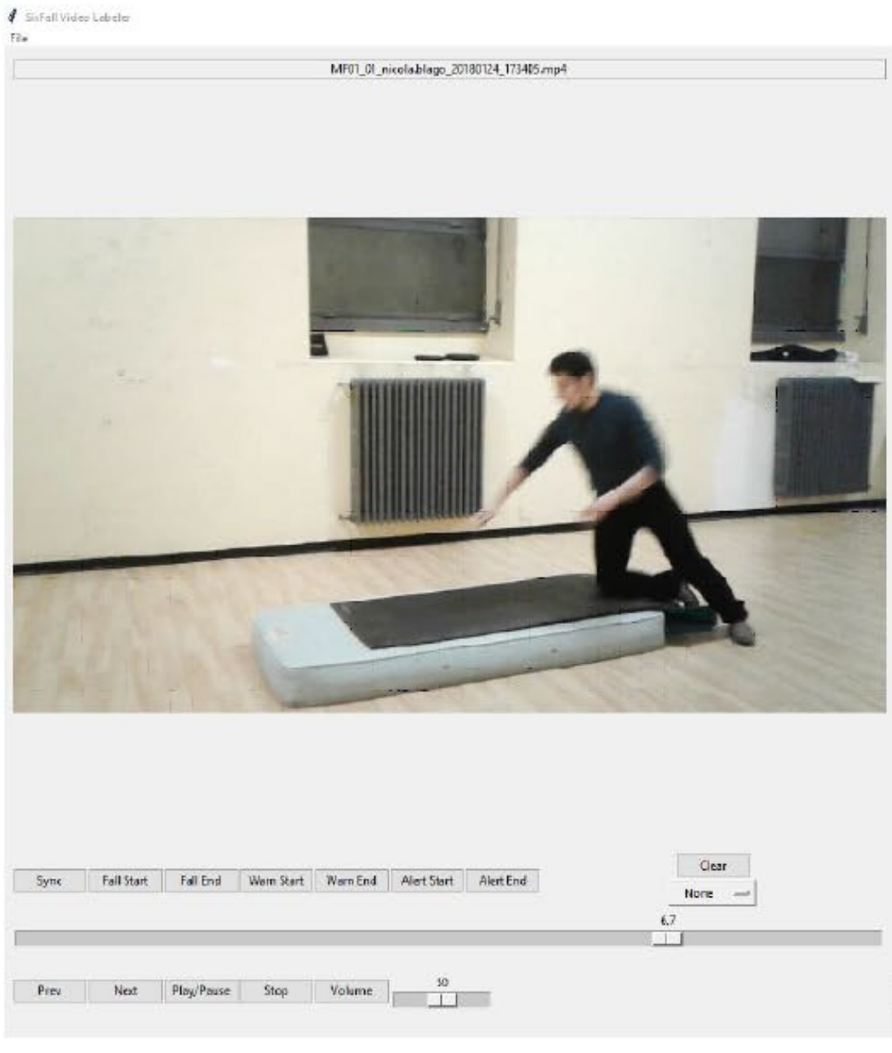
- Imaging Devices:

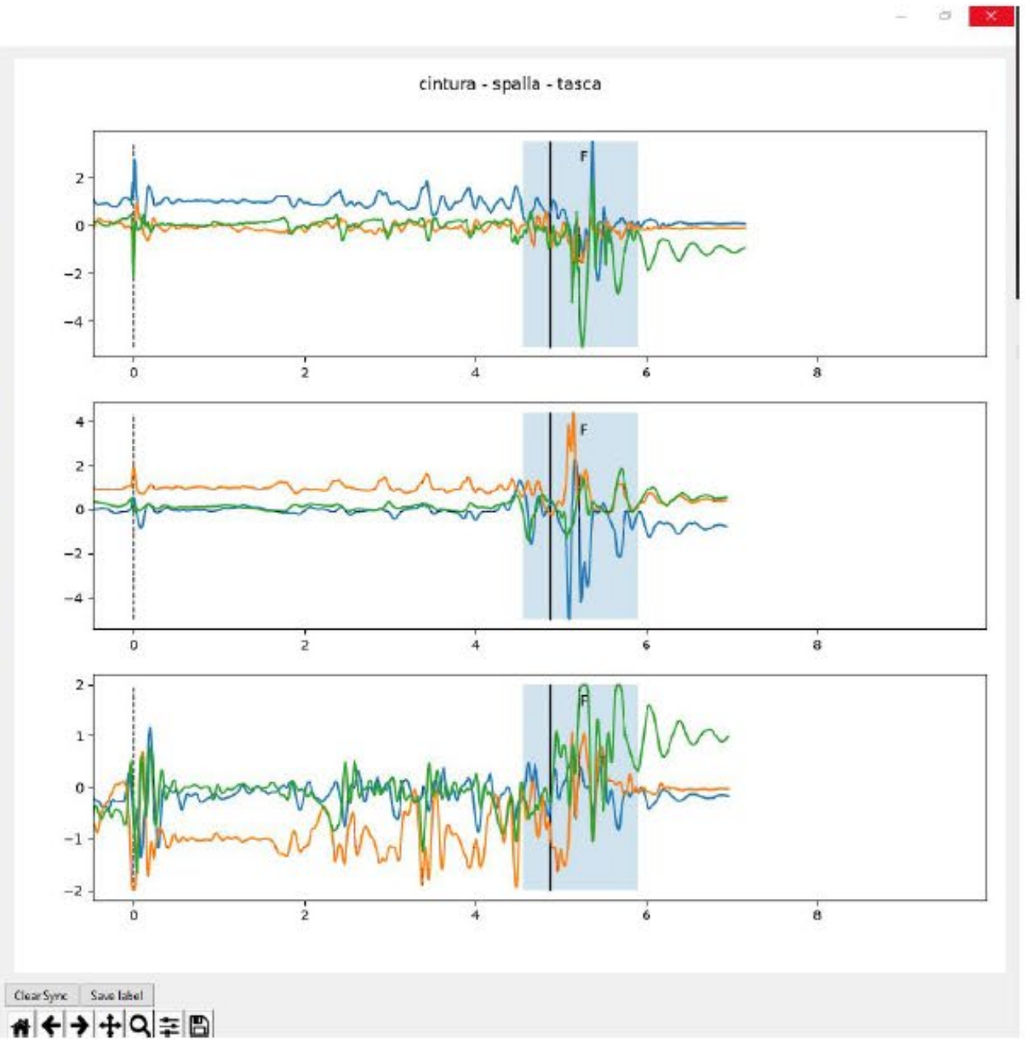


UNIPV: Dataset - body network con smartphone

- ***Fall detection with smartphones***

Body network con tre smartphone
collegati via WiFi con un tablet che gestisce le sincronizzazioni e le riprese video





UNIPV: Dataset – Sensor tile

- ***STMicroelectronics SensorTile***

  Microcontroller STM32 (ARM Cortex M4)

  80MHz Clock Frequency

  128KB SRAM

  1MB Flash memory

  Multiple Onboard Sensors

  Microphone

  3D Accelerometer + 3D Gyroscope

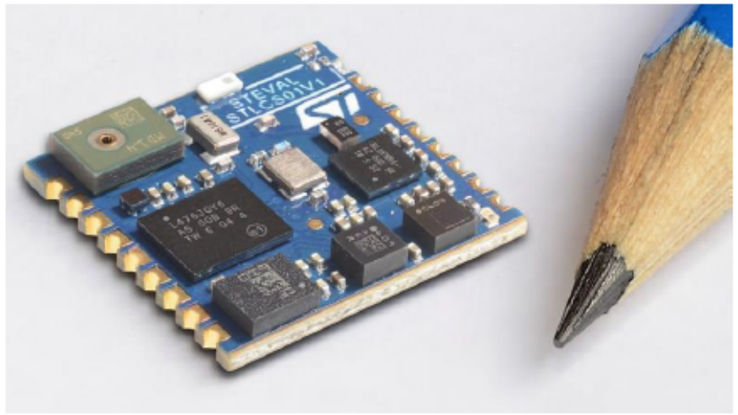
  e-Compass, 3D Accelerometer, 3D Magnetic sensor

  Barometer

  Others

  100 mAh Li-Ion battery

  Bluetooth Low Energy (BLE) radio module



life.augmented

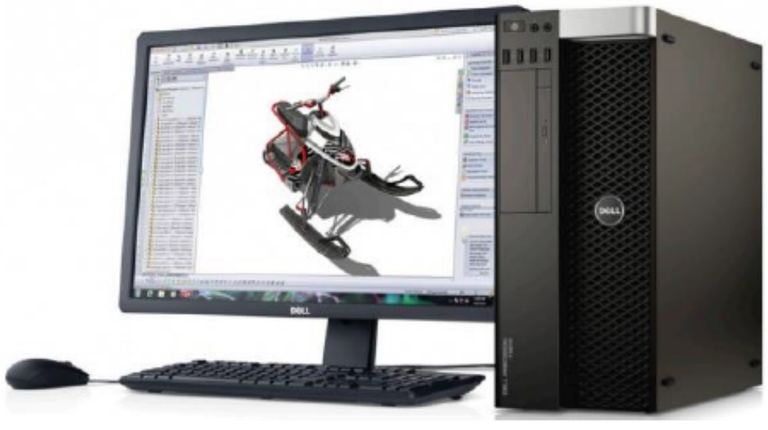
arm

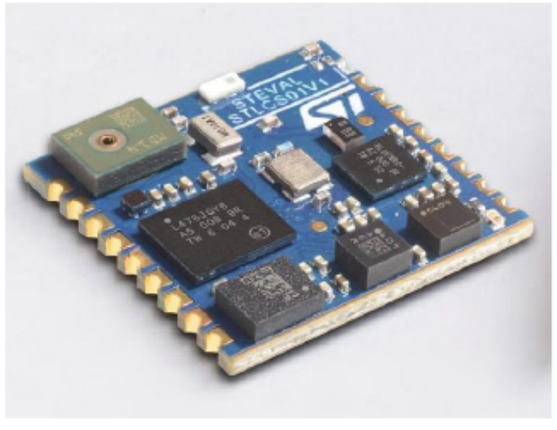
UNIPV: Algoritmi

- ***Training on workstations, embedded predictions on sensors***

  UniPV and STM are working together to construct a development line for Deep Learning on embedded systems (ARM microcontrollers)

  - Training on workstations (or in cloud) using TensorFlow with GPU acceleration
  - Porting trained models (i.e. binary parameters) on microcontrollers
  - Run-time System plus Network Architecture model compiled for microcontrollers





TensorFlow

NVIDIA

life.augmented

arm

UNIMIB Imaging and Vision Lab - Ambrogio

Ambrogio is an **AI-based** Home Assistant that senses, sees, hears and interacts with people.

Ambrogio is the **Imaging and Vision Lab** (R. Schettini) contribution to the **Home of Internet of Things Project**.

Ambrogio's features

Ambrogio's people recognition module

- Recognize your face
- Recognize your voice (**IVL internal research**)
- Recognize the faces of your parents and friends
- Detect faces of unknown people

Ambrogio's features

Ambrogio's face analysis module

- Recognize **basic face emotions** (…)

- Classify basic face **emotions** in terms of
  - Valence (positive vs negative emotions)
  - Arousal (energic vs passive emotions)

- Carefully describe the faces of unknown people in terms of **facial characteristics** (age, gender, hair…).

Ambrogio's features

Ambrogio's action recognition module

- Recognize basic **full body actions**
- Detect anomaly actions
- Recognize **simple gestures** associated to commands (e.g. turn on the light, SOS…)

Ambrogio's speech recognition module (**IVL internal research**)

- Recognize some **audio** commands
- Recognize basic **voice emotions** (in progress)

Ambrogio's case study

- **Smart, magic mirror** - face analysis and emotions
- **Automotive** - driver face monitoring.
- **Sofa – television set** - full body action recognition.