

ASSEGNO DI RICERCA 2021

Sistemi embedded per applicazioni basate su modelli di intelligenza artificiale

PIANO DI FORMAZIONE 2021

PREMESSA

Il progresso dei sistemi *embedded* in termini di miniaturizzazione, capacità di comunicazione e performance ha come conseguenza una sempre più spinta integrazione degli stessi nell'ambiente nonché il loro utilizzo come sistemi in applicazioni di supporto alla riabilitazione e in generale alle applicazioni HMI in ambito healthcare. Nell'ambito della crescente diffusione di sistemi ultra low power, gli algoritmi di machine learning e di deep learning stanno diventando sempre più importanti e permettono un significativo aumento delle performance dei dispositivi.

Rivestono infatti un ruolo chiave nel monitoraggio di parametri vitali, nel riconoscimento di specifici eventi, e nel controllo di sistemi di supporto come protesi indossabili o impiantabili. Per sfruttare il loro potenziale ed eseguire questi algoritmi nel modo ottimale, tali sistemi richiedono un elevato livello di ottimizzazione hardware-software.

L'attività prevista per quest'anno prevede lo studio di tecniche ed applicazioni relative a piattaforme low power sulle quali vengono usati framework di deep learning e machine learning, coinvolgendo anche il progetto BONSAPPS. In particolare, verranno studiate le tecniche migliori per la creazione di una infrastruttura per il deployment di algoritmi complessi su piattaforme low power multicore. Inoltre, grazie ai contatti con spinoff e startup, forniti dal progetto BONSAPPS, queste soluzioni verranno considerate anche in ambiti non soltanto di ricerca, ma che prevedono anche outcome commerciali.

OBIETTIVI SCIENTIFICI

TIFICI

I principali obiettivi scientifici del piano formativo sono:

- Sviluppo, conoscenza e studio di tecniche e algoritmi in grado di aumentare l'intelligenza sistemi indossabili ed aumentarne l'efficienza energetica.
- Capacità progettuale di sistemi, anche eterogenei basati su sensori e attuatori in closed-loop basandosi sulle ottimizzazioni energetiche ed algoritmiche.
- Studio delle tecniche di efficienza energetica per sistemi embedded
- Approfondimento dei modelli di elaborazione dei segnali e dei metodi di pattern recognition, ottimizzati per architetture a bassa potenza di calcolo
- Sviluppo di tecniche di sensor fusion tra diversi parametri e ed analisi dei sistemi distribuiti per Body area network.

La parte applicativa del progetto formativo sarà su 2 dimostratori, tenendo presente il trade-off fra utilizzo delle risorse computazionali, consumo di potenza e necessità di comunicazione con altri sistemi appartenenti ad un ambiente intelligente.

Passaggi dell'attività del lavoro di ricerca:

1. Studio di architettura computazionale flessibile, per un sistema low power.
2. Studio di tecniche per aumentare l'efficienza energetica di questa piattaforma agendo a livello hardware, a livello di sistema embedded attraverso applicazione di tecniche di power management, a livello funzionale sfruttando conoscenze sull'applicazione.
3. Studio dell'ambiente di sviluppo hardware-software per la realizzazione di sistemi intelligenti, arricchiti da sensori e attuatori e capaci di comunicare con l'ambiente (per es. tramite gateway) e fornire informazioni di contesto.
4. Studio di ottimizzazione di algoritmi per sistemi a basso consumo e a risorse limitate, tenendo conto di sistemi con specifiche e possibili outcome commerciali
5. Progettazione hardware e software per sistemi a basso consumo e bassa tensione di alimentazione

Embedded systems for applications based on artificial intelligence frameworks

Training plan

Introduction

The progress of embedded systems in terms of miniaturization, communication and performance has resulted in an increasing integration of the same in the environment and their use as systems in support applications for rehabilitation and in general for HMI applications. In the context of the growing market of ultra low power systems, machine learning and deep learning algorithms are becoming increasingly important and allow a significant boost in the performance of devices.

They play a key role in the monitoring of vital parameters, in the recognition of specific events, and in the control of support systems such as wearable or implantable prostheses. To exploit their potential and execute these algorithms at extreme efficiency, such systems require a high level of hardware-software optimization. The activity planned for this year involves the study of techniques and applications related to low power platforms on which deep learning and machine learning frameworks are used, involving also the BONSAPPS project. In particular, we will study the best techniques for the creation of an infrastructure for the deployment of complex algorithms on low power multicore platforms. Moreover, thanks to the contacts with spinoffs and startups, provided by the BONSAPPS project, these solutions will be considered also in areas not only of research, but also with commercial outcomes.

SCIENTIFIC OBJECTIVES

The main scientific objectives of the training are:

- Development, knowledge and study of techniques and algorithms to increase the intelligence of sensors and actuators both wearable and environmental and increase their energy efficiency.
- Experience in systems design, e.g. for heterogeneous sensors and actuators in closed-loop, based on algorithmic and energy optimization.
- Study of energy efficiency techniques for embedded systems
- Research on signal processing models and compression sampling methods, optimized for resource-constrained low power architectures
- Development of techniques for sensor fusion between different sensors and interaction of Body area Network.

The applicative aspects of the training will be on the design and deployment of 2 demonstrators, bearing in mind the trade-off between the use of computational resources, power consumption and the need to communicate with other systems belonging to an intelligent environment.

Steps of the research work:

1. Study of the architecture for an ultra low power system.
2. Study of techniques to increase the energy efficiency of a smart grid both at hardware level, at system-level through application of power management techniques and at the functional level using knowledge about the application.
3. Experiencing on typical instruments (IDEs, SDK, CAD, etc.) for embedded system programming and hardware design for the implementation of intelligent systems, enhanced with sensors and actuators and able to communicate with the environment (eg. Using a gateway) and provide context information.
4. Study of optimization techniques and algorithms for complex platforms with low computational resources and possible commercial outcome
5. Hardware and software design for low-power systems and low supply voltage