

Deep learning techniques for audio analysis in industrial applications

An emerging area of research in the context of Deep Learning focuses on the analysis of time series such as vibration, audio and ultra sound signals to detect wrong behavior of industrial equipments. While most traditional approaches leverage pre-trained data sets, a new paradigm in this field is that of so-called “Continual Learning”, a novel machine learning paradigm aiming at increasing the learnt representation of an intelligent agent based on new data instances or classes. With respect to traditional non-continual learning settings that require to process all the available data at once, with Continual Learning an agent learns the representation from recent experiences and embeds it into existing knowledge. Several applications, especially in the robotics and automation field, can greatly benefit from the advances of continual learning. However, running Continual Learning algorithms on top of ultra-constrained extreme-edge devices is still a challenge, due to strong requirements in memory and computation. Therefore, it requires both algorithmic and architectural improvements.

The work of this research focuses on evaluating the possibility of applying deep learning and continual learning algorithms to audio, vibration and ultra-sound signals in the context of industrial applications.

- Study of recent techniques and algorithms of deep learning and continual learning in the context of audio signals
- Development of peripherals and accelerators for audio signals in industrial applications
- Testing of Audio Continual Learning approaches on industrial applications, performance assessment

The activity of this Research will be conducted in the context of the ECSEL AI4DI European project, focusing on Deep Learning applications for industrial use-cases (in particular, worker convenience and safety in woodworking machinery).

Tecniche di apprendimento profondo per segnali audio in applicazioni industriali

Un'area emergente della ricerca nel contesto dell'Apprendimento Profondo è focalizzato sull'analisi di segnali audio, ultrasonici o vibrazionali per identificare il malfunzionamento di apparecchiature industriali. Rispetto al caso tradizionale dell'apprendimento non continuo, che richiede la disponibilità di un'intera raccolta di dati prima dell'apprendimento, nel Continual Learning l'agente impara la rappresentazione dalle esperienze recenti e la integra con la conoscenza già esistente. Molte applicazioni, specialmente nei campi di robotica ed automazione, possono trarre beneficio dall'avanzamento della tecnologia dell'Apprendimento Continuo. Ciononostante, il suo utilizzo su dispositivi a bassissimo consumo e fortemente vincolati come quelli “Extreme Edge” è molto difficoltoso per via delle forti necessità di memoria e calcolo, e richiede miglioramenti sia algoritmici che architetturali.

L'attività di questo Assegno di Ricerca si concentra sulla valutazione dell'utilizzo di tecniche per l'Apprendimento Continuo su dati audio o vibrazionali per applicazioni industriali. Le attività includeranno:

- Studio di tecniche e algoritmi recenti per l'apprendimento continuo su segnali audio
- Sviluppo di periferiche e acceleratori per l'acquisizione ed elaborazione efficiente di dati audio
- Testing dell'apprendimento continuo su applicazioni industriali, verifica delle prestazioni

L'attività di questo Assegno di Ricerca sarà condotta nel contesto del progetto europeo ECSEL AI4DI, dedicato alle applicazioni dell'Apprendimento Profondo per casi d'uso industriali (in particolare, comfort e sicurezza degli operatori di macchinari per la lavorazione del legno).