

AI for Smart Sensors

M.Molinara, L.Ferrigno, M.Ferdinandi, G.Cerro, C.Marrocco, A.Bria, C.Bourelly, R.Simmarano

Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione ed Ingegneria Elettrica "M.Scarano"
dell'Università di Cassino
Sensichips s.r.l.

{m.molinara, ferrigno, m.ferdinandi, g.cerro, c.marrocco, a.bria}@unicas.it, {carmine.bourelly, roberto.simmarano}@sensichips

Abstract

Il gruppo di lavoro afferente al LIA (Laboratorio di Intelligenza Artificiale)¹ è impegnato da oltre vent'anni nella ricerca sull'Intelligenza Artificiale. L'attenzione specifica per il Machine Learning e il Pattern Recognition si è sviluppata sia in campo teorico speculativo, maturando competenze verticali sull'ottimizzazione dei modelli, sia attraverso l'applicazione a problemi reali. Di seguito riportiamo una breve descrizione del recente sistema denominato Sensiplus Deep Machine realizzato attraverso la collaborazione tra il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa, i laboratori di Misure Industriali e di IA dell'Università di Cassino e l'azienda Sensichips s.r.l.². La SDM è basata su tecniche di machine learning ed è pensata per rilevare e riconoscere sia sostanze volatili in aria, sia sostanze disciolte in acqua.

1 Introduzione

Uno smart sensor è un dispositivo dotato di uno o più sensori analogici che effettuano misure delle grandezze di interesse, di elettronica analogica per il condizionamento del segnale e la sua conversione in digitale, di un'interfaccia di comunicazione.

Presso l'Università di Cassino, in collaborazione con l'azienda Sensichips S.r.l., si sta lavorando alla realizzazione di una moderna piattaforma di sensing ed elaborazione dei dati denominata SENSIPLUS Deep Machine (SDM) che rappresenta un sistema completo per il rilevamento ed il riconoscimento di sostanze volatili o disciolte in acqua.

La SDM si presenta come un dispositivo IoT ready adatto sia per ambito Smart Cities che Industrial ed è dotata di un engine per classificazione/regressione realizzato con tecniche di Machine Learning. Da un punto di vista architetturale la SDM può essere descritta come una architettura a due layer: uno hardware e uno software. Lo strato hardware è incentrato sul chip SENSIPLUS descritto nel paragrafo ?? e da un microcontrollore commerciale (nel nostro caso un ESP8266 di Espressif); lo strato software è stato sviluppato presso i nostri

laboratori ed è basato sui più moderni framework di machine learning, consentendo di utilizzare diverse soluzioni algoritmiche: dalle più semplici e leggere ANN, fino alle più pesanti e complesse CNN o LSTM. Questa varietà di soluzioni consente di scegliere il giusto trade-off tra accuracy e onere computazionale.

2 La Piattaforma SENSIPLUS

Il chip SENSIPLUS è uno smart sensor progettato per applicazioni di misura ed è sviluppato dall'azienda Sensichips s.r.l. in collaborazione con il Dipartimento di Ingegneria dell'Informazione dell'Università di Pisa. Il microchip SENSIPLUS è un nodo multisensoriale miniaturizzato che consente di stimolare sistemi esterni (e.g. sensori, materiali sotto test, ecc.) con diverse tipologie di segnali, come sinusoidi a frequenze che vanno da pochi decimi di Hz a qualche MHz e di misurare la risposta in termini di impedenza (misurando la componente in quadratura e fase). Il chip si caratterizza per dimensioni ridotte (1.5mm x 1.5 mm), basso consumo di energia (1.4.mW), costi bassi (nella produzione in larga scala potrebbero scendere a circa un euro) e capacità di effettuare EIS (Electrochemical Impedance Spectroscopy)[G. Cerro, 2018].

3 SENSIPLUS Deep machine

Per SDM intendiamo una architettura software/hardware basata sul chip SENSIPLUS(R) contenente la catena completa che va dall'acquisizione alla classificazione delle sostanze sotto esame. Per la componente software state implementate due varianti del sistema di classificazione: una basata su classificatori "leggeri" come ANN con un solo hidden layer e adatte ad essere installate su microcontrollori low cost commerciali, una basata su classificatori "pesanti" come CNN o LSTM.

4 SDM per l'acqua

In questa applicazione l'obiettivo è quello di analizzare la sensibilità e la capacità discriminativa della SDM per il rilevamento di sostanze chimiche nelle acque reflue. A tal fine, è stata condotta una campagna di misurazioni attraverso una configurazione in cui è stata utilizzata acqua di rubinetto come in figura 1. Due elettrodi interdigitati (IDE), realizzati con materiali diversi (oro e rame), sono stati usati come sensori.

¹<http://lia.unicas.it/lia>

²<http://www.sensichips.com>

