

# AI/ML Big Data Analytics



**IN QUESTO NUMERO:**

- TINYML: L'APPRENDIMENTO AUTOMATICO SU MICROCONTROLLORE**
- STREAMING DI TEMPERATURA E UMIDITÀ CON L'ECOSISTEMA BIG DATA (PARTE1 E PARTE2)**
- INTELLIGENZA ARTIFICIALE CON ARDUINO**
- RILEVAMENTO DELLE INTRUSIONI SU RETE CAN-BUS CON TINYML**
- E MOLTI ALTRI ARTICOLI E PROGETTI!**



# XP Power



## ALIMENTATORI AC/DC E CONVERTITORI DC/DC DEL MARCHIO XP POWER- CONTROLLA NEL CATALOGO



Electronic Components

**TME Italia S.r.l.**

Via Zanica 19K, 24050 Grassobbio (BG)

tel. +39 035 03 93 111

fax +39 035 03 93 112

tme@tme-italia.it

[facebook.com/TME.eu](https://www.facebook.com/TME.eu)  
[youtube.com/TMElectronicComponent](https://www.youtube.com/TMElectronicComponent)  
[linkedin.com/company/1350565](https://www.linkedin.com/company/1350565)  
[instagram.com/tme.eu](https://www.instagram.com/tme.eu)  
[twitter.com/tme\\_eu](https://www.twitter.com/tme_eu)

[www.tme.eu](http://www.tme.eu)

***COSA LEGGERAI NEL 2022?***

<b><i>TOPICS</i></b>	<b><i>MAKERS ZONE</i></b>	<b><i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i></b>
IoT	Blockchain/Cryptocurrency	1 Febbraio
AI/ML	Big Data Analytics	1 Marzo
Mems/Sensors	Self Driving	1 Aprile
Wireless/RF	Low Energy Smart Projects	1 Maggio
IoT	Voice Bot/Chat Bot	1 Giugno
Robotics	Cloud Computing	1 Luglio
IIoT/Automation	Smart Monitoring	1 Settembre
LED/Optoelectronics	Wearable	1 Ottobre
Embedded Boards Design	Microcontrollers Projects	1 Novembre
IoT	Cyber Security	1 Dicembre

## Intelligenza Artificiale: alla ricerca di nuove skills

**C**ari lettori,  
il nuovo numero di Firmware 2.0 è dedicato al settore "AI/ML-Big Data Analytics". Si prevede che il segmento emergente dell'IA registrerà una crescita molto interessante entro il 2025, accelerando la sua diffusione nei prossimi mesi e contaminando diversi settori industriali.

Ma a che punto siamo con l'Intelligenza Artificiale? L'IA è diventata una delle nuove competenze digitali richieste dal mercato del lavoro.

Nonostante l'iniziale timore tipico dei grandi cambiamenti tecnologici, **la pandemia ha senza dubbio accelerato i grandi investimenti nelle tecnologie dell'Intelligenza Artificiale** da parte di molte realtà aziendali focalizzate su nuove modalità di lavoro e sul garantire la continuità produttiva anche in assenza dell'intervento umano. Il risultato che tutti ci aspettiamo dall'implementazione di soluzioni IA a tutti i livelli è la semplificazione di attività, una maggiore automatizzazione dei processi, l'aumento dell'efficienza produttiva, ma anche una maggiore sicurezza nella gestione di dati e informazioni.

A questo sono chiamati a concorrere, garantendo tecnologie sicure e all'avanguardia, **sia le software house sia i produttori di chip e dispositivi hardware** in grado di elaborare le grandi quantità di dati raccolti. Nel lavoro futuro non esisterà professione che possa fare a meno dell'IA, un contesto che porterà inevitabilmente i lavoratori ad aggiornare le proprie competenze sviluppando sia nuove soft skills tecnologicamente innovative per differenziarsi e stare al passo con i tempi, sia nuovi approcci e nuove professionalità.

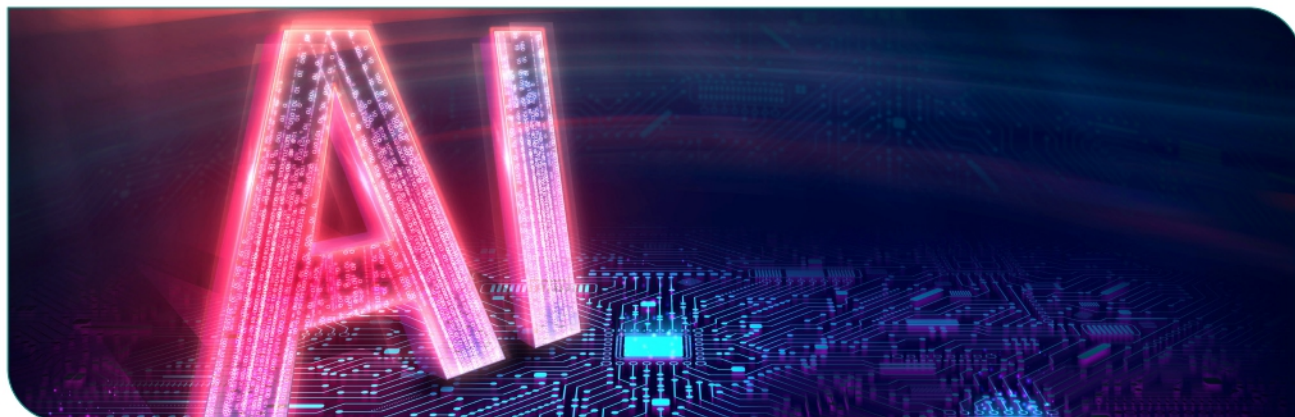
Sarà necessario anche ripensare nuove modalità per gestire le implicazioni di questa tecnologia emergente sull'intera società. Possiamo avere un'idea di quello che sarà l'impatto potenziale dell'IA nel mercato del lavoro e nell'ecosistema produttivo in generale.

Gli investimenti economici dovranno focalizzarsi sul **reperire competenze tecnico specialistiche** al fine di sviluppare concretamente applicazioni innovative, minimizzando al contempo il rischio da parte delle aziende più all'avanguardia di delocalizzare risorse in Paesi dotati di un approccio all'IA più solido e strutturato.

Buona lettura!

*Giordana Francesca Brescia*

# AI/ML Big Data Analytics



**Founder&Editor**  
Emanuele Bonanni

**CFO**  
Lidia Balica

**Editorial Assistant**  
Maria Pisani

**Maker in Chief**  
Giordana Francesca Brescia

**Advertising & Marketing**  
Cristian Balica  
cristian@contangosl.com

**Graphic Designer**  
Marilde Mirra

**Circulation**  
Users - 144.449  
Social Network - 130.363

### © Copyright

Tutti i diritti di riproduzione o di traduzione degli articoli pubblicati sono riservati. Manoscritti e disegni sono di proprietà di Contango SL.

E' vietata la riproduzione anche parziale degli articoli salvo espressa autorizzazione scritta dell'editore. I contenuti pubblicitari sono riportati senza responsabilità, a puro titolo informativo.

### EDITORIALE

INTELLIGENZA ARTIFICIALE:  
ALLA RICERCA DI  
NUOVE SKILLS

2

TINYML:  
L'APPRENDIMENTO  
AUTOMATICO SU  
MICROCONTROLORE

5

SONO ORA DISPONIBILI  
LE SCHEDE INDUSTRIALI  
BICS5 3D TLC CON  
112 LAYER DI APACER  
OTTIMIZZATE PER SMART IOT E  
RICONOSCIMENTO  
FACCIALE AI

10

STREAMING DI  
TEMPERATURA  
E UMIDITÀ CON  
L'ECOSISTEMA  
BIG DATA - PARTE 1

12

STREAMING DI  
TEMPERATURA  
E UMIDITÀ CON  
L'ECOSISTEMA BIG  
DATA - PARTE 2

16

ARDUINO UNO MINI  
LIMITED EDITION:  
L'EVOLUZIONE  
MINIATURIZZATA DELLA  
STORICA SCHEDA A  
MICROCONTROLORE

28

CHE COS'È IL  
TRANSFER LEARNING  
E COME UTILIZZARLO

34

INTELLIGENZA  
ARTIFICIALE CON  
ARDUINO

41

SRDE E SOLUZIONI  
PER LO SVILUPPO DI  
APPLICAZIONI DI EDGE  
MACHINE LEARNING

45

COME UTILIZZARE  
HADOOP E PERCHÉ È  
FONDAMENTALE PER I  
BIG DATA

50

TEMPI DI  
ELABORAZIONE  
DEI BIG DATA

55

QUALI SONO  
LE PREVISIONI  
TECNOLOGICHE PER  
IL 2022? L'ANALISI DI  
VICOR CORPORATION

59

COME TRASFERIRE  
UNO STILE PITTORICO  
SU UNA FOTOGRAFIA  
CON PYTHON

62

L'APPRENDIMENTO  
AUTOMATICO  
APPLICATO  
ALL'ASTRONOMIA

68

AVNET ABACUS  
RICEVE IL PREMIO  
HARWIN "EUROPEAN  
DISTRIBUTOR OF THE  
YEAR 2021"

73

RILEVAMENTO DELLE  
INTRUSIONI SU RETE  
CAN-BUS CON TINYML

74

COME DISCRIMINARE  
GLI ASINTOMATICI  
COVID DA UN COLPO  
DI TOSSE

79

TENSORFLOW:  
RICONOSCIMENTO  
AUTOMATICO DI  
CARATTERI SCRITTI  
A MANO

84

REALIZZIAMO UNA  
TELA VIRTUALE CON  
OPENCV PER PYTHON

89



## Nuovi FPGA e SoC PolarFire® Low-Density

### Metà della Potenza Statica delle Alternative e con Impatto Termico Minimo

I sistemi di Edge computing necessitano di dispositivi programmabili compatti con un basso consumo energetico e un impatto termico ridotto così da eliminare la ventilazione ed altri sistemi di riduzione del calore, ma allo stesso tempo devono fornire una solida potenza di calcolo. Gli FPGA e SoC PolarFire® di Microchip hanno risolto questa sfida riducendo il consumo di potenza statica del 50%.

I miglioramenti effettuati su FPGA PolarFire e SoC PolarFire superano tutti i valori di prestazioni/potenza di qualsiasi alternativa FPGA o FPGA SoC a bassa densità presenti sul mercato, con una struttura FPGA veloce, capacità di elaborazione del segnale, transceiver più capaci e l'unico processore basato su architettura RISC V® application-class rinforzato oggi disponibile con 2 megabyte (MB) di cache L2 e supporto di memoria Low Power DDR4 (LPDDR4).

Superano ogni confronto in termini di potenza, dimensioni del sistema, costi e sicurezza in svariate applicazioni, tra cui smart embedded vision e sistemi automotive, automazione industriale, comunicazioni, difesa e IoT aventi vincoli termici, in cui né la potenza né le prestazioni possono essere oggetto di compromessi.

#### Aspetti salienti

- Famiglie di prodotti da 25k LE per System On Chip (SoC) e 50k LE per FPGA
- Fattore di forma più piccolo, con package di 11x11 mm
- Transceiver da 12.7G, supporto multiprotocollo 10 Gb
- Potenza statica inferiore, attiva all'accensione
- Maggiore margine termico per una maggiore capacità di elaborazione
- Sicurezza e affidabilità migliori della categoria



[microchip.com/lowpowerFPGAs](https://microchip.com/lowpowerFPGAs)



Il nome e logo Microchip, il logo Microchip e PolarFire sono marchi registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e in altri Stati. Tutti gli altri marchi appartengono ai rispettivi titolari. © 2022 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati. D500004279A, MEC2405A-ITA-02-22

# TINYML: L'APPRENDIMENTO AUTOMATICO SU MICROCONTROLORE

di **Andrea Garrapa**

*Negli ultimi dieci anni abbiamo assistito ad una crescita esponenziale delle dimensioni degli algoritmi di apprendimento automatico a causa dei miglioramenti nella velocità dei processori e dell'avvento dei Big Data. Sebbene questi risultati siano lodevoli, ciò ha anche contribuito a stimolare l'interesse all'interno della comunità che si occupa di AI verso un computing più efficiente dal punto di vista energetico. Da tale interesse nasce quello che oggi conosciamo come tiny Machine Learning (tinyML). In questo articolo faremo una panoramica su questa disciplina emergente che si pone come punto di intersezione tra Machine Learning e dispositivi IoT (Internet of Things) integrati.*

## INTRODUZIONE

**T**radizionalmente il **Machine Learning** viene visto, dagli specialisti IoT, come una **tecnologia lato server**. In particolare, i sensori sul dispositivo acquisiscono i dati e li inviano al cloud, dove i modelli di **Machine Learning (ML)** su macchine performanti li elaborano. Questo rende necessaria una connessione di rete ed una certa latenza, per non parlare dei costi di hosting. La soluzione a questi vincoli risiede nel **distribuire i modelli ML sugli stessi dispositivi IoT**. Avvicinando l'apprendimento macchina ai sensori, è possibile rimuovere la dipendenza da una connessione di rete ed ottenere una latenza molto più bassa con il server. Inoltre, un minore utilizzo della rete si traduce in un minore consumo energetico ed una maggiore sicurezza in termini di privacy. Per tutti questi motivi, negli ultimi anni, è aumentato l'interesse da parte di università e industria, per **portare l'apprendimento automatico su dispositivi di classe microcontrollore**. L'obiettivo di "TinyML" è quindi quello di portare l'inferenza ML su **dispositivi a bassissima potenza**, tipicamente sotto un milliWatt, e rompere così la tradizionale barriera posta dall'alimentazione, primo degli impedimenti alla realizzazione dell'Intelligenza Artificiale ampiamente distribuita. Eseguendo l'inferenza sul dispositivo vicino ai sensori, TinyML consente una maggiore reattività e privacy **evitando il costo energetico associato alla**

**comunicazione wireless**, che su questa scala è di gran lunga superiore a quello del calcolo. Inoltre, l'efficienza di TinyML consente una classe di applicazioni intelligenti, alimentate a batteria e sempre attive, che può rivoluzionare la raccolta e l'elaborazione in tempo reale dei dati.

## CASI D'USO

Benché la tecnologia sia ancora in fase di maturazione, esistono una serie di casi d'uso ben consolidati. Tutti noi conosciamo le parole di attivazione audio come "Hey Google" per gli smartphone Android o "Hey Siri" su iPhone. Esse rappresentano un esempio di **inferenza ML** sempre attiva. Eseguire queste attività attraverso l'unità di elaborazione centrale (CPU) principale di uno smartphone esaurirebbe la batteria in poche ore. Ma, distribuendo un modello tinyML su un hardware specializzato con consumi inferiori ad 1 mW permetterebbe a questi circuiti di essere sempre attivi per 1 anno alimentandoli solo con una batteria a moneta. Quelli che oggi vengono considerati casi d'uso ML tradizionali possono essere considerati come attività TinyML in futuro. Con il miglioramento dell'hardware di inferenza a bassissima potenza, la soglia di redditività relativa all'uso di TinyML si espanderà. Inoltre, TinyML avrà un ruolo significativo da svolgere per le tecnologie del futuro. Ad esempio, molte delle caratteristiche fondamentali degli occhiali di realtà aumentata (AR) richiedono

Tipo di ingresso	Casi d'uso	Modelli
Audio	parole di attivazione	CNN, DNN, RNN
	rilevamento parole chiave	
Immagine	rilevamento oggetti	CNN, alberi decisionali, KNN
	conteggio oggetti	
	riconoscimento testuale	
Grandezze fisiche	riconoscimento gestuale	alberi decisionali, SVM, lineare
	rilevamento attività	

Tabella 1: Modelli di rete neurale per tipologia di input e casi d'uso del tinyML

un'alimentazione a batteria, la necessità di essere sempre accesi e l'impossibilità di usufruire di collegamenti con latenza a causa di stretti vincoli di tempo reale. Naturalmente, queste non sono le uniche applicazioni possibili di TinyML. In un mondo in cui i dati stanno diventando sempre più importanti, la capacità di distribuire risorse di apprendimento automatico a dispositivi con memoria limitata ed in località remote potrebbe avere enormi vantaggi in settori ad alta intensità di dati.

### MODELLI

L'utilizzo delle **reti neurali (NN)** risulta predominante nel panorama dei modelli per ML tradizionale. Per alcuni casi d'uso TinyML, invece, è soluzione comune utilizzare altre tipologie di modelli con più bassi requisiti di calcolo e me-

a 32 bit a basso consumo ed economici ha rivoluzionato la **capacità di calcolo periferica (edge)**. Piattaforme basate su Cortex-M ora eseguono regolarmente attività che in precedenza non erano fattibili a questa scala. La matematica vettoriale veloce supporta NN e implementazioni SVM altamente efficienti. Sebbene gli MCU generici offrano flessibilità, la massima efficienza delle prestazioni di TinyML proviene da hardware specializzati.

### DEEP COMPRESSION

Gli algoritmi TinyML funzionano in modo molto simile ai tradizionali modelli di **Machine Learning**. In genere, i modelli vengono addestrati come al solito su un computer o nel cloud. Quindi il vero lavoro di tinyML avviene in seguito quando il modello è pronto. Per raggiungere l'obiettivo di

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI** RISERVATI  
**CONTEST E PROMOZIONI** RISERVATI



**VOGLIO ABBONARMI!**

# SONO ORA DISPONIBILI LE SCHEDE INDUSTRIALI BICS5 3D TLC CON 112 LAYER DI APACER OTTIMIZZATE PER SMART IOT E RICONOSCIMENTO FACCIALE AI

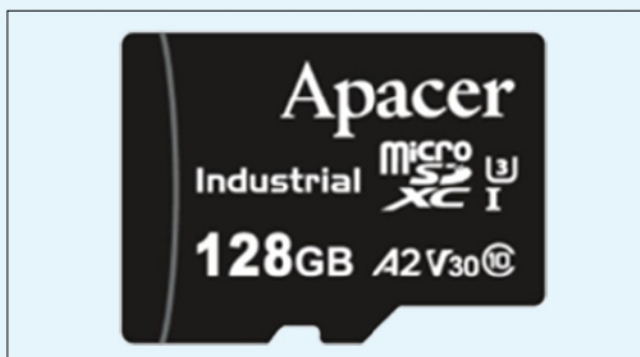
di **Apacer**

*Secondo una ricerca di Mordor Intelligence, il mercato del riconoscimento facciale è stato valutato a 3,72 miliardi di dollari nel 2020 e si prevede che sarà valutato a 11,62 miliardi di dollari entro il 2026, registrando un CAGR di circa il 21,71% nel periodo di previsione.*

**L**a tecnologia di riconoscimento facciale sta finalmente prendendo piede. È andata ben oltre l'utilizzo degli agenti di polizia in cerca di un sospettato su una telecamera di sorveglianza.

Ora, la tecnologia smart del riconoscimento facciale basato sull'Intelligenza Artificiale è comune nelle applicazioni smart retail, finanza, trasporti e persino nell'assistenza sanitaria.

Ma, con il diffondersi della sua adozione, i dispositivi di riconoscimento facciale sono chiamati a funzionare in luoghi e ambienti sempre più difficili. Tenendo presente tutti questi sviluppi, Apacer ha sviluppato e ha rilasciato la **serie CH120 di schede industriali** alimentate dalla più recente tecnologia BiCS5 3D TLC NAND a 112 layer, ottimizzata sia per il riconoscimento facciale AI sia per applicazioni IoT intelligenti. BiCS5 promette vantaggi concreti e misurabili per gli SSD, poiché migliora notevolmente la capacità mantenendo la latenza di trasmissione estremamente bassa. Infatti, la serie CH120 di grado A2 di Apacer offre 4.000/2.000 IOPS per prestazioni di lettura/scrittura di immagini 4K.



Neanche gli ambienti compromessi rallenteranno queste schede: il loro ampio intervallo di temperatura implica che funzionano senza problemi a temperature comprese tra -40 e 85 °C. La serie CH120 di schede industriali è inoltre dotata di over-provisioning a valore aggiunto e tecnologia SLC-liteX. Il primo riduce drasticamente l'amplificazione in scrittura, estendendo la durata operativa di un SSD, mentre il secondo consente a un SSD di aumentare la sua resistenza fino a 30.000 cicli P/E. È 10 volte superiore rispetto ai 3D TLC SSD standard. La serie CH120 di

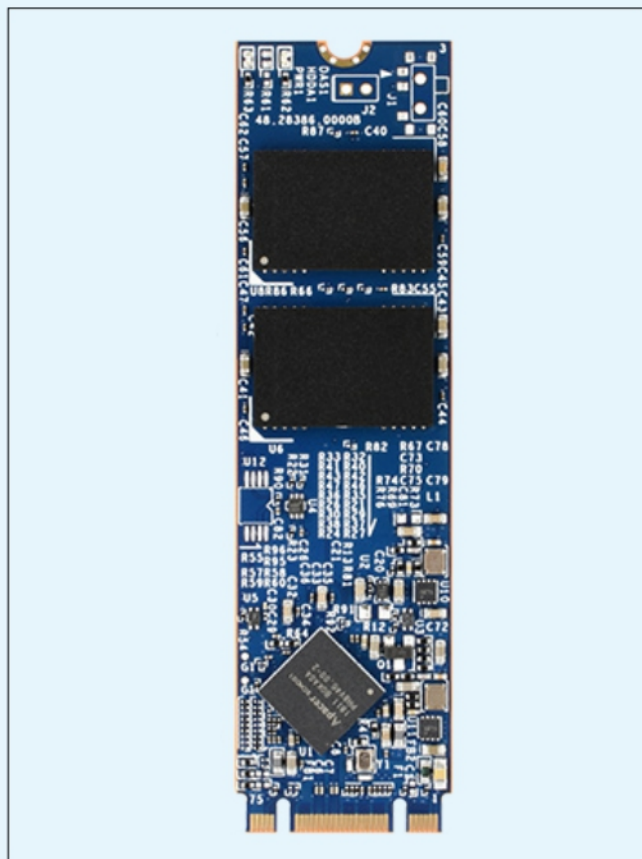
schede industriali è solo l'ultimo esempio di come Apacer stia rispettando lo spirito del suo brand di "Adding Value, Enhancing Collaboration".



Si trovano in una vasta gamma di prodotti BiCS5 3D TLC che include i **drive ST250 da 2,5 pollici e gli SSD industriali M.2 2280**. Ulteriori upgrade in termini di **capacità (fino a 2TB)**, latenza e affidabilità arriveranno mentre Apacer guarda al 2022, offrendo vantaggi interessanti per il 5G, lo smart IoT, l'edge computing, la sorveglianza sicura, l'assistenza sanitaria intelligente e le applicazioni di Deep Learning.

### INFORMAZIONI SU APACER

Fondata nel 1997, Apacer (TWSE: 8271) è un marchio globale leader nello storage digitale, con potenzialità complete di ricerca e sviluppo, progettazione, produzione e marketing. Con anni di esperienza nella tecnologia brevettata dell'archiviazione digitale e una profonda esperienza di successo in ricerca e sviluppo, Apacer offre una gamma competitiva di prodotti e servizi personalizzati. Le nostre linee di prodotti sono diversificate e coprono soluzioni per moduli di memoria, SSD industriali, prodotti di consumo per lo storage digitale e applicazioni integrate Internet of Things. Apacer si impegna a implementare il nostro valore fondamentale "Becoming Better Partners:" manteniamo



le nostre promesse, ci impegniamo per il miglioramento costante e sviluppiamo soluzioni reciprocamente vantaggiose per noi e per i nostri clienti. Creiamo continuamente soluzioni di storage innovative e diversificate e servizi di integrazione hardware/software per vari settori. Ci impegniamo nel diventare un partner migliore nell'ecosistema industriale e nell'offrire vantaggi sostanziali a tutti gli stakeholders.

Per informazioni su Apacer visitare la web page:

<https://industrial.apacer.com/en-ww>



L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:

<https://it.emcelettronica.com/sono-ora-disponibili-le-schede-industriali-bics5-3d-tlc-con-112-layer-di-apacer-ottimizzate-per-smart-iot-e-riconoscimento-facciale-ai>

# STREAMING DI TEMPERATURA E UMIDITÀ CON L'ECOSISTEMA BIG DATA – PARTE 1

di Fulvio De Santis

*In questo articolo viene presentato un progetto dimostrativo del processo di implementazione di una semplice architettura per l'elaborazione in tempo reale e in batch delle letture di temperatura e umidità rilevate da un sensore DHT11, elaborate dalla scheda Arduino e pubblicate sul web mediante l'impiego del modulo Wi-Fi ESP8266 e mediante l'ausilio di tecnologie open source dell'ecosistema Big Data. Lo scopo del progetto è di semplificare il flusso in streaming di dati attraverso i diversi strumenti hardware e software utilizzati, dall'acquisizione dei dati alla loro trasformazione. In questa prima parte del progetto faremo una descrizione dell'architettura del sistema, dell'hardware e del software utilizzato.*

## INTRODUZIONE

In questo progetto viene utilizzata la scheda Arduino, un sensore di temperatura e umidità DHT11 della famiglia di sensori DHT, un modulo Wi-Fi ESP8266, Internet e alcune librerie e programmi software. I sensori DHT sono piuttosto lenti e semplici ma vanno bene per questo progetto. Sono costituiti da due componenti principali: un sensore di umidità capacitivo e un termistore. Sono anche in grado di effettuare conversioni da analogico a digitale dei valori di temperatura e umidità. L'ESP8266 viene utilizzato per la gestione e l'invio dei dati su Internet. I dispositivi della famiglia ESP2866 sono alternative a basso costo che supportano il protocollo TCP/IP e dispongono di una piccola unità di memoria che consente di caricare le istruzioni nel chip, e di un proprio microcontrollore. Possono essere numerosi i client in grado di ricevere o consultare le informazioni generate da una scheda Arduino. Una delle opzioni più utilizzate dalle community di sviluppo è **Mosquitto**. Mosquitto è un'implementazione open source abbastanza leggera di un broker basato sul **protocollo MQTT** (Message Queuing Telemetry Transport, un protocollo di rete di pubblicazione-sottoscrizione operante su TCP/IP che trasporta i messaggi tra i dispositivi). Mosquitto include librerie scritte in C e C++.

Tuttavia, Mosquitto non dispone di molte funzioni che possono essere di grande rilevanza per un progetto specifico,

come servizi per memorizzare e interrogare la persistenza degli argomenti. Per questo, è possibile utilizzare **Apache Kafka** per reindirizzare i messaggi. Apache Kafka è un progetto open source sviluppato dalla fondazione Apache Software. Kafka implementa un modello di pubblicazione e sottoscrizione per l'intermediazione di messaggi attraverso canali o argomenti, offrendo più opzioni a livello di sicurezza, archiviazione e manipolazione dei messaggi. Per reindirizzare i messaggi tra un servizio di pubblicazione e l'altro, è possibile utilizzare lo strumento **Apache NiFi**, che consente di costruire flussi di dati chiamati modelli, che sono costituiti da blocchi di istruzioni (relativamente di basso livello) chiamati processori, che consentono di acquisire e manipolare i dati in tempo reale, trasformarli e reindirizzarli ad altri servizi come file in HDFS, database ed altri servizi di persistenza (*persistenza è la particolarità dei dati di un programma di sopravvivere all'esecuzione del programma stesso che li ha creati*). Va notato che è vantaggioso inviare le informazioni ad un supporto di persistenza che consente l'elaborazione batch delle informazioni in modo più tradizionale. Allo stesso modo degli strumenti open source, **Apache Hive** si presenta come un'opzione interessante. Hive è un Data Warehouse relazionale (Data Warehouse è una raccolta di dati strutturati originati da fonti interne ed esterne al sistema informativo). Questi tipi di elaborazioni richiedono scansioni mode-

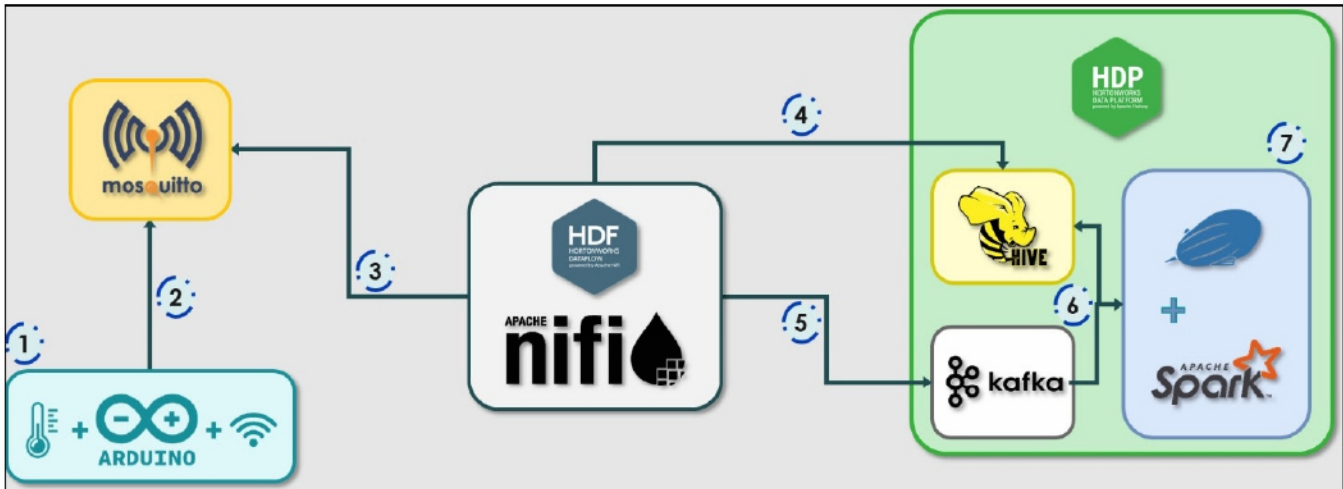


Figura 1: Flusso dei dati di temperatura e umidità

ratamente semplici, interattive e veloci da implementare. Per questo motivo, viene utilizzata la console interattiva **Apache Zeppelin**.

## IL PROGETTO

Analizziamo il flusso dei dati di temperatura e umidità generati dal  **sensore DHT11** seguendo le varie fasi indicate dalla numerazione riportata sullo schema funzionale di **Figura 1**.

### 1) Acquisizione dei dati di temperatura e umidità dal sensore DHT11

Il sensore DHT11 invia i dati di temperatura e umidità alla piattaforma Arduino. ESP8266 acquisisce le letture ogni 3 secondi calcolando la percentuale di umidità e la temperatura in gradi Celsius (° C) e in gradi Fahrenheit (° F) nell'ambiente. Viene inoltre calcolato l'indice di percezione del calore in gradi Celsius e Fahrenheit, che determina come le persone percepiscono la temperatura in base

La pubblicazione viene effettuata su un argomento specifico e riferita ad un nome utente e una password predefiniti. Il server MQTT dispone di un elenco di autorizzazioni con cui definisce quali utenti possono pubblicare informazioni su argomenti esistenti.

### 3, 4 e 5) Acquisizione dati dal server MQTT in tempo reale

Il servizio Apache NiFi ha un set organizzato di istruzioni che gestiscono il flusso di dati durante l'acquisizione, ovvero:

NiFi si connette o si iscrive all'argomento Mosquitto e cattura i messaggi che arrivano in tempo reale; NiFi integra il messaggio ricevuto (la stringa JSON) definendo nuovi campi esterni alla stringa relativi agli aspetti tecnici del messaggio e del server MQTT; NiFi inserisce la stringa JSON e i nuovi campi nel datastore Hive; NiFi pubblica il messaggio originale su Kafka; Hive e Kafka salvano i dati in modo persistente; Hive consente di eseguire l'elabora-

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

**UN ANNO DI FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI**  
**CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI**



**VOGLIO ABBONARMI!**

# STREAMING DI TEMPERATURA E UMIDITÀ CON L'ECOSISTEMA BIG DATA – PARTE 2

di Fulvio De Santis

*In questo articolo tratteremo la seconda parte di un progetto dimostrativo per l'elaborazione in tempo reale e la pubblicazione sul web delle letture di temperatura e umidità rilevate da un sensore della famiglia DHT, elaborate e inviate in rete mediante la piattaforma Arduino-ESP8266 e trasformate in streaming con l'ausilio di alcune tecnologie software open source Big Data. Completeremo la realizzazione pratica del progetto iniziando con la creazione di uno sketch contenente il codice del programma, lo caricheremo nel **modulo Wi-Fi ESP8266** mediante l'IDE di Arduino, infine, eseguiremo il test e ne vedremo i risultati.*

## CREAZIONE DELLO SKETCH

**D**opo aver aperto l'IDE di Arduino, in un nuovo sketch inseriamo il seguente codice:

```
#include <Arduino.h>
#include <PubSubClient.h> /* MQTT Broker Library */
#include <ESP8266WiFi.h> /* WiFi Shield ESP8266 ESP-12f Library */
#include <DHT.h> /* Temperature sensor DHT Library */
#include <time.h> /* Time setting library */

#define DHTPIN 2 /* Arduino pin for DHT sensorn */
#define DHTTYPE DHT11 /* DHT sensor model */

const char* ssid = "TUOSSID"; /* Network's name */
const char* password = "TUAPASSWORD"; /* Network's password */

char* topic = "mosquitto_main_topic"; /* MQTT Broker topic */
char* server = "ec2-107-21-12-161.compute-1.amazonaws.com"; /* MQTT broker host */

const char mqtt_user[] = "mosquitto"; /* MQTT broker username */
const char mqtt_password[] = "mosquitto"; /* MQTT broker user password */

const int timezone = -5; /* Timezone (Colombia) */
String clientName = "esp8266"; /* Publisher device identifier */
```

```

/* Structure to store DHT sensor data */
struct Metrics {
float humidity;
float celsius;
float fahrenheit;
float heatIndexCels;
float heatIndexFahr;
};

void callback(char* topic, byte* payload, unsigned int length) {
// handle message arrived
}

DHT dht(DHTPIN, DHTTYPE); /* DHT sensor client */
WiFiClient wifiClient; /* WiFi Shield client */
PubSubClient client(server, 1883, callback, wifiClient); /* MQTT Broker client */

/*
* Method: setup
* -----
* Initial setup of clients and connections.
*
* Initialize:
* Serial port.
* WiFi connection.
* Time client.
* Client name.
* MQTT Broker connection.
*/
void setup() {
Serial.begin(115200);
dht.begin();
delay(10);
wifiConnect();
}

```

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO  
COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI  
AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

**UN ANNO DI FIRMWARE 2.0  
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI RISERVATI  
CONTEST E PROMOZIONI RISERVATI**



**VOGLIO ABBONARMI!**

# ARDUINO UNO MINI LIMITED EDITION: L'EVOLUZIONE MINIATURIZZATA DELLA STORICA SCHEDA A MICROCONTROLLORE

di **Giordana Francesca Brescia**

*La scheda di sviluppo preferita dalle community di makers, dai progettisti e dagli hobbisti di tutto il mondo, è diventata di formato mini. Arduino UNO Mini Limited Edition è un piccolo gioiello dell'elettronica, ideato per celebrare la grande community Arduino e i tantissimi progetti innovativi che sono stati realizzati in tutti questi anni.*

## UNA LIMITED EDITION PER COLLEZIONISTI, MAKERS E PROGETTISTI

**P**er tutti i progettisti elettronici, gli hobbisti, i makers e gli appassionati della storica scheda a microcontrollore, la scheda **Arduino UNO Mini Limited Edition** è un vero e proprio oggetto da collezione, un must have che non può assolutamente mancare nel proprio laboratorio. Il team dei fondatori di Arduino era da tempo concentrato su un nuovo prodotto che potesse suggellare il successo pluridecennale del dispositivo elettronico più apprezzato nel mondo makers. Arduino UNO Mini LE nasce proprio da questo intento. Con oltre 10 milioni di schede Arduino utilizzate in tutto il mondo per realizzare i progetti elettronici più innovativi, Arduino UNO è stata la scelta preferita da makers, ingegneri elettronici e appassionati di Do-It-Yourself, per più di quindici anni. **Milioni di progetti realizzati con Arduino UNO** hanno contribuito a scrivere la più bella pagina della storia dell'elettronica dell'ultimo ventennio. La pietra miliare della creatività nei progetti elettronici diventa ora mini ed ha un aspetto decisamente cool. Questa edizione limitata celebra la **board elettronica più iconica del mondo makers** e tutti i fantastici progetti che la community Arduino ha

creato a partire dal lontano 2005. La scheda UNO Mini LE funziona allo stesso modo della classica Arduino UNO, ne condivide le caratteristiche, le prestazioni e la potenza di elaborazione. Ciò significa che può essere utilizzata molto facilmente in qualsiasi progetto realizzato con Arduino UNO. L'**hardware** è completamente **open source**.

Il principale target dei settori applicativi per i quali la

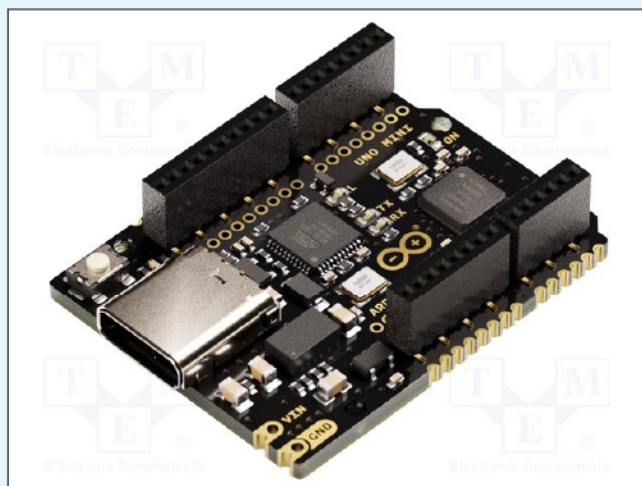


Figura 1: La scheda Arduino UNO Mini Limited Edition  
(Fonte: TME Electronic Components)

Component	Details	
<b>ATMega328P</b>	Processor	AVR CPU at up to 16 MHz
	Memory	32KB Flash 2KB SRAM 1KB EEPROM
	Security	Power On Reset (POR) Brown out Detection (BOD)
	Peripherals	2x 8-bit Timer/Counter with a dedicated period register and compare channels 1x 16-bit Timer/Counter with a dedicated period register, input capture and compare channels 1x USART with fractional baud rate generator and start-of-frame detection 1x controller/peripheral Serial Peripheral Interface (SPI) 1x Dual mode controller/peripheral I2C 1x Analog Comparator (AC) with a scalable reference input Watchdog Timer with separate on-chip oscillator Six PWM channels Interrupt and wake-up on pin change
<b>ATMega16U2</b>	Processor	8-bit AVR® RISC-based microcontroller
	Memory	16 KB ISP Flash \ 512B EEPROM 512 SRAM debugWIRE interface for on-chip debugging
	Power	2.7-5.5 volts

Tabella 1: Specifiche tecniche dei processori ATMega328P e ATMega16U2

scheda è pensata è sicuramente l'hobby-making, oltre al design elettronico, l'automazione industriale, i PLC e la robotica, ma anche i progetti scientifici e didattici per l'ap-

prendimento delle basi dell'elettronica e della programmazione. Arduino UNO Mini LE è infatti rivolta anche a studenti che, attraverso lo studio delle discipline STEM, acquisiscono competenze digitali innovative. Tutto ciò attribuisce ad Arduino UNO Mini LE versatilità e poliedricità. Questa scheda dal design unico e irripetibile non solo è dotata di performance elevate, ma è caratterizzata anche da un tocco di eleganza che non passa inosservato: colori nero e oro, finiture ricercate, design e packaging di qualità, il tutto realizzato secondo i più alti standard di livello industriale. Ogni pezzo è unico e numerato sul PCB e include una stampa con una scritta firmata a mano dai fondatori. Trattandosi di un'edizione limitata, è **consigliabile acquistarla finché è disponibile, prima che le scorte a magazzino siano irrimediabilmente terminate**. L'innovativa scheda di sviluppo Arduino UNO Mini Limited Edition è **disponibile a catalogo sul sito web della TME Electronic Components: ARDUINO UNO**

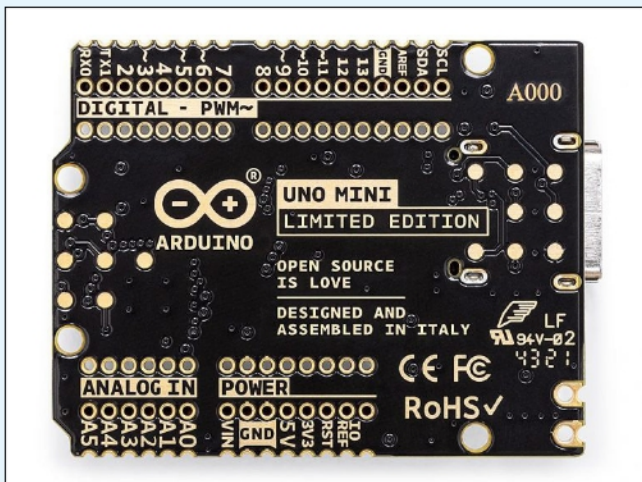


Figura 2: Retro di Arduino UNO Mini LE

Board	Name	Arduino UNO Mini Limited Edition
	SKU	ABX00062
<b>Microcontroller</b>	ATMega328P	
<b>USB connector</b>	USB-C	
<b>Pins</b>	Built-in LED Pin	13
	Digital I/O Pins	14
	Analog input pins	6
	PWM pins	6
<b>Communication</b>	UART	Yes
	I2C	Yes
	SPI	Yes
<b>Power</b>	I/O Voltage	5V
	Input voltage (nominal)	7-12V
	DC Current per I/O Pin	20 mA
<b>Clock speed</b>	Main Processor	ATMega328P 16 MHz
	USB-Serial Processor	ATMega16U2 16 MHz
<b>Memory</b>	ATmega328P	2KB SRAM, 32KB FLASH, 1KB EEPROM
<b>Dimensions</b>	Weight	8.05 g
	Width	26.70 mm
	Length	34.20 mm

Tabella 2: Specifiche tecniche della scheda Arduino UNO Mini Limited Edition

MINI LE ARDUINO - Arduino | 5VDC; ATMEGA16U2, ATMEGA328P; ADC, GPIO, I2C, PWM, SPI, UART; ABX00062 | TME - Componenti elettronici

## SPECIFICHE TECNICHE DI LIVELLO INDUSTRIALE

Arduino UNO Mini LE, proprio come la sua sorella maggiore, è basata sul chip **ATMega328P**, il noto microcontrollore della famiglia AVR caratterizzato da alte prestazioni ed al contempo consumi ridotti, ideale quindi per la vasta gamma di applicazioni low power. Il microcontrollore ATMega328P dispone di 2 kB di SRAM, 32 kB di FLASH e anche di 1 kB di memoria EEPROM, che non viene cancellata allo spegnimento della scheda. Oltre all'ATMega328P, la scheda è equipaggiata anche con il processore

re **ATMega16U2**.

La scheda di sviluppo copre un range di temperature operative comprese tra -40 °C e 85 °C e dispone di 14 ingressi/uscite digitali, sei delle quali possono essere utilizzate come uscite PWM, sei ingressi analogici, un **connettore USB-C** e un pulsante di ripristino. La tensione di alimentazione è 5VDC. La board contiene tutto il necessario per supportare il microcontrollore. Per cominciare a realizzare i nostri progetti creativi è sufficiente collegare la scheda a un computer con il cavo USB-C, utilizzare un adattatore di alimentazione o collegare una batteria.

Una delle features che sicuramente balza subito all'occhio è il **fattore di forma estremamente ridotto**. L'UNO Mini Limited Edition è un quarto delle dimensioni dell'ingombro della versione originale UNO e misura solo 34,2

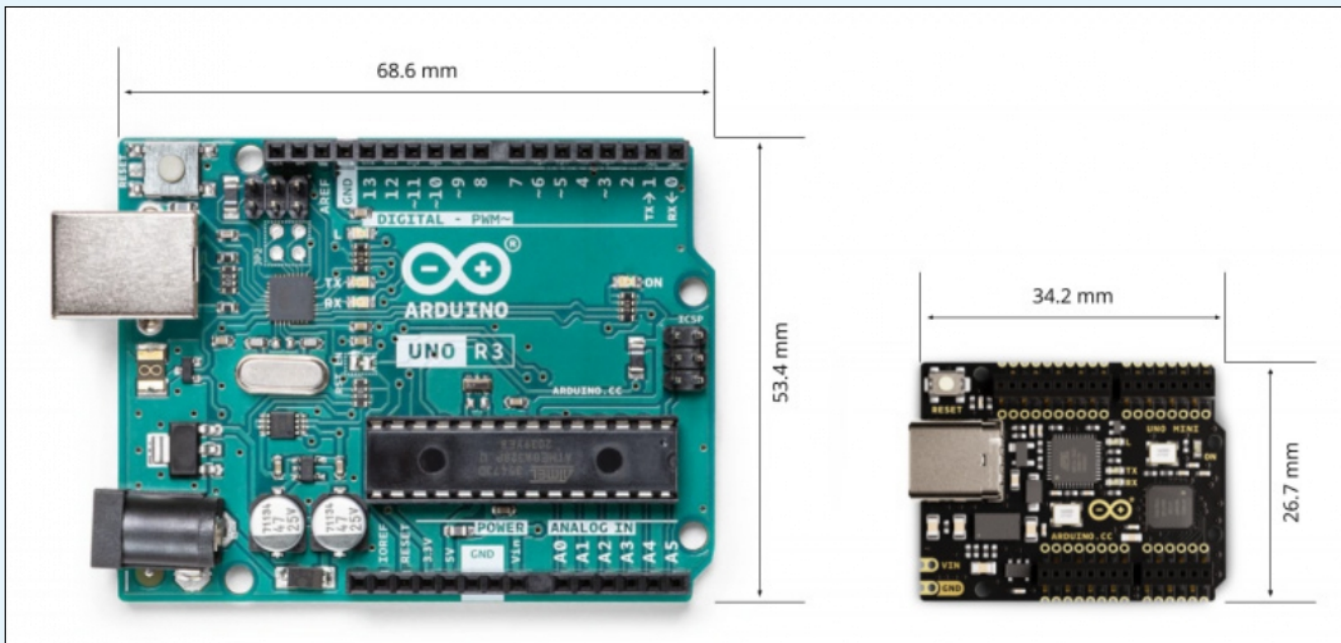


Figura 3: Dimensioni di Arduino UNO Mini LE



Figura 4: L'elegante confezione della scheda Arduino UNO Mini Limited Edition

mm x 26,7 mm x 8 mm. Le dimensioni della scheda sono notevolmente compatte, l'area di Arduino UNO Mini LE è infatti equivalente al **25% della dimensione dell'area della classica scheda Arduino UNO R3**, ma la scheda è anche altrettanto performante.

La board è inserita in una elegante custodia e in dotazione viene fornito anche un **connettore USB-C** che sostituisce il precedente USB, utile per la programmazione e

l'alimentazione della scheda, e pin disponibili per il collegamento di fonti esterne di alimentazione. Un aggiornamento che sicuramente molti di noi apprezzeranno, considerando anche che abbiamo un pò tutti a disposizione diversi cavi USB-C di riserva. Come la scheda UNO, viene fornita con il **set standard di connettori pin femmina**, un **LED integrato**, il **pulsante di ripristino** (pulsante di reset) e tutto ciò che caratterizza lo standard dell'architettura di Arduino UNO, mantenendo inalterate la maggior parte delle funzionalità e delle specifiche tecniche (processore, pinout, prestazioni, etc.) eccezion fatta per qualche piccolo upgrade migliorativo.

**“Arduino UNO Mini Limited Edition (LE) è a tutti gli effetti una versione in miniatura della famosissima scheda Arduino UNO**

Anche il passo tra i pin header è ridotto, appena 0,05" (1,27 mm), la metà della distanza rispetto al classico UNO di dimensioni regolari (0,1", che equivale a 2,54 mm).

La scheda può essere programmata con diversi strumenti software, sia online che offline: l'ambiente di sviluppo Arduino IDE da installare sul nostro computer se preferiamo programmare offline, oppure Arduino CLI e Web Editor, ed è supportata dalla piattaforma Arduino IoT Cloud. Anche

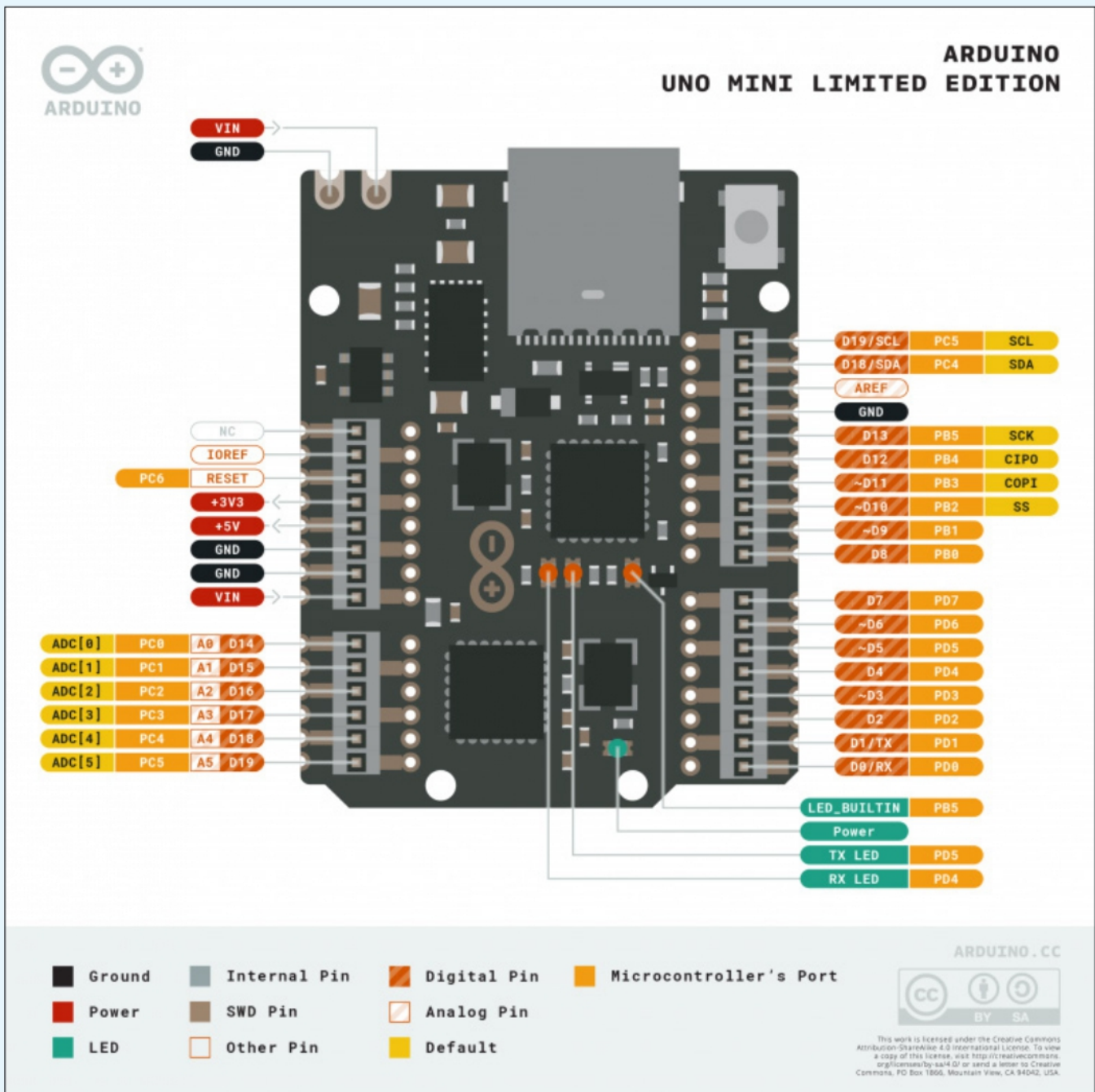
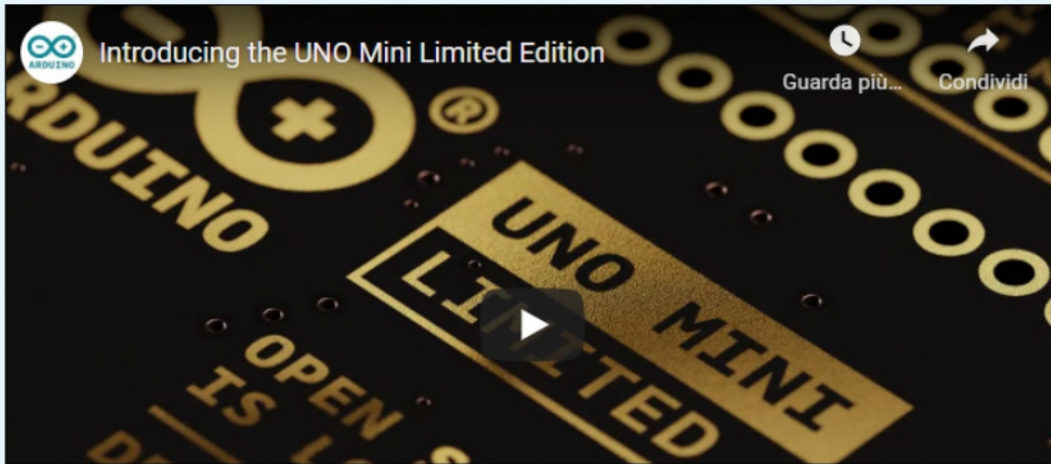


Figura 5: Diagramma pinout di Arduino UNO Mini Limited Edition

Arduino UNO Mini LE, infatti, è un dispositivo abilitato per l'IoT, per cui possiamo analizzare i dati acquisiti dai sensori, avviare e programmare gli eventi o automatizzare attività tramite la dashboard di IoT Cloud. Trattandosi, come da tradizione storica, di hardware e software completamente open source, Arduino mette a disposizione risorse online, documentazione tecnica, datasheet, disegno del PCB, schemi elettrici di collegamento, librerie, sorgenti, modelli 3D, diagrammi pinout, file Fritzing, file CAD, downloads,

esempi di sketch e molto altro. In questa **guida introduttiva** sono disponibili tutte le istruzioni e le informazioni tecniche necessarie per configurare la scheda, utilizzare il software Arduino IDE e iniziare a prendere confidenza con la codifica e l'elettronica di Arduino: [UNO Mini Limited Edition | Arduino Documentation | Arduino Documentation](#). Una serie di semplici sketch di esempio sono reperibili nel menu "Examples" dell'ambiente di sviluppo Arduino IDE o nella Documentazione del sito web Arduino Pro.



## CONCLUSIONI

L'iconico brand Arduino torna a stupirci con una nuova scheda dal design elegante e unico, ma allo stesso tempo fedele al design della versione originale, icona intramontabile e indiscussa del mondo makers. La scheda è acquistabile sul [catalogo della TME Electronic Components](#) ad un prezzo estremamente economico: una singola scheda è acquistabile a soli 32.50 €. La crisi nella catena di fornitura dei chip in tutto il mondo sta mettendo a dura prova l'approvvigionamento e la distribuzione dei dispositivi elettronici, non riuscendo a coprire la domanda globale. Inoltre, poiché questa scheda è in edizione limitata, non ci sono tantissimi esemplari disponibili sul mercato, per cui è consigliabile affrettarsi nelle ordinazioni per poter garantirsi di avere tra le mani questo prezioso pezzo della storia dell'elettronica makers. Sta a noi esplorare le infinite possibilità applicative di questo piccolo gioiello in miniatura, sia sulla base della nostra esperienza in campo elettronico sia con un pizzico di sana creatività e immaginazione. Inoltre, last but not least, **ricorda che su Elettronica**

**Open Source potrai condividere i tuoi primi progetti con la scheda Arduino UNO Mini LE, le tue idee sul dispositivo e le tue impressioni.**



L'autore è a disposizione nei commenti per eventuali approfondimenti sul tema dell'Articolo. Di seguito il link per accedere direttamente all'articolo sul Blog e partecipare alla discussione:  
<https://it.emcelettronica.com/arduino-uno-mini-limited-edition-levoluzione-miniaturizzata-della-storica-scheda-a-microcontrollore>

**THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY**

**SOCIAL CONNECTIONS**  
f + 83.000  
in + 23.000

**CATEGORIES**  
COMPANIES/CONSULTANTS 53 %  
ACADEMICS/STUDENTS 25 %  
MAKERS/HOBBYISTS 22 %

**+ 140.000 REGISTERED USERS**  
7.414 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB 2020)  
830.610 2020 ANNUAL VISITORS

**Elettronica Open Source**

# INTELLIGENZA ARTIFICIALE CON ARDUINO

di **Daniele Valanzuolo**

*L'attività di apprendimento automatico all'interno del campo della robotica è la tematica che maggiormente stimola la ricerca al fine di ottenere "circuiti" in grado di replicare il comportamento umano. Le difficoltà sono innumerevoli, tra cui sicuramente la potenza di calcolo richiesta che deve essere notevole al fine di poter gestire contemporaneamente sia l'acquisizione da diversi sensori che l'elaborazione delle informazioni, con la produzione di un risultato finale (output) elaborato in autonomia dall'Intelligenza Artificiale. In questo articolo affronteremo la tematica calata all'interno dell'ecosistema Arduino, valutando i progressi degli ultimi anni ed i limiti di questa tecnologia a basso costo.*

## INTRODUZIONE

**T**utti ormai ci siamo cimentati almeno una volta nel realizzare uno sketch o un progetto più complesso hardware/firmware con il mondo Arduino. Nonostante negli ultimi anni siano state rilasciate versioni più performanti con processori Arm, le schede Arduino sono conosciute per le loro limitate potenze di calcolo. Questo forte limite in realtà consente di avere a disposizione delle schede di sviluppo dal costo contenuto ed accessibile a chiunque voglia cimentarsi nel mondo dei Makers, ma di conseguenza limita le possibili applicazioni. Di fatto, la maggior parte dei progetti sono relativi ad applicazioni di IoT o capaci di automatizzare funzioni molto semplici quali acquisizione dati, visualizzazione informazioni su display e trasferimento attraverso interfacce di comunicazione wired o wireless.

## IL MACHINE LEARNING

Nel mondo della robotica e dei processi industriali, da anni si parla del concetto di Intelligenza Artificiale, ossia l'evoluzione dell'elettronica che diviene abile nell'elaborazione di informazioni a prescindere da modelli o equazioni specifiche, come farebbe l'essere umano durante l'apprendimento sul campo. Dunque nell'ambiente dell'Intelligenza Artificiale viene prestata attenzione in modo particolare ad un sottoinsieme applicativo dell'AI che comprende le tecniche e gli algoritmi di Machine Learning. Le metodologie di Machine Learning, ossia di apprendimento automatico, sono basate in linea di principio su metodi computazionali

di estrazione delle informazioni a partire dai dati acquisiti. Elemento fondamentale dell'apprendimento diviene l'**esperienza** nel produrre risultati validi. La definizione contemporanea di Machine Learning (apprendimento delle macchine) è stata fornita da **Tom M. Mitchell**:

*"Machine Learning is the study of computer algorithms that allow computer programs to automatically improve through experience."*

L'apprendimento automatico prevede diverse tipologie di tecniche e/o algoritmi, classificabili nelle seguenti macro-categorie:

- tecniche di **apprendimento supervisionato**: vengono forniti degli esempi di connessione tra input e output in modo da formare la macchina a prevedere nuovi output in futuro. In particolare, la macchina sarà in grado di definire una relazione tra ingressi e uscite fornite e imparerà ad utilizzarla in seguito per casi simili agli ingressi ottenuti;
- tecniche di **apprendimento non-supervisionato**: la macchina deve individuare modelli nascosti all'interno dei dati di input già strutturati. L'assenza di output associati agli ingressi consente di trovare modelli nascosti a partire dal set dei dati di ingresso;
- **tecniche di Deep Learning**: il Deep Learning è definito come un sottoinsieme di tecniche di Machine Learning (come rappresentato in **Figura 1**) basato

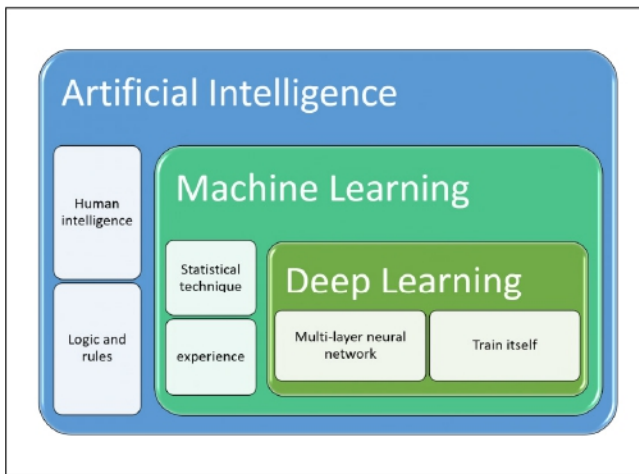


Figura 1: Dall'Intelligenza Artificiale fino al Deep Learning

su reti neurali stratificate in grado di processare elevate quantità di dati.

In realtà, a partire da queste 3 macro-categorie esistono molte **sotto-categorie** che, sfruttando le peculiarità delle varie tecniche di apprendimento, realizzano ulteriori algoritmi e tecniche che di fatto trovano la vera applicazione nei sistemi dotati di Machine Learning. Tra le tecniche più conosciute ed adoperate troviamo gli **alberi decisionali**, il **clustering** per la classificazione degli oggetti nei metodi non supervisionati, algoritmi basati su calcoli probabilistici, stratificazione dell'elaborazione (con l'utilizzo di reti neurali) e tanto altro.

### TINYML E TENSORFLOW APPLICATI AD ARDUINO

Il progetto TinyML nasce con l'esigenza di sviluppare tecniche di apprendimento semplici da applicare a sistemi a basso consumo con l'obiettivo di supportare lo sviluppo di

necessitano di un ridimensionamento e dell'introduzione di nuove tecniche adeguate alle limitate risorse quali potenza e memoria a disposizione. Una delle principali modifiche apportate dal team alla versione Lite è quella dell'abolizione dei numeri in virgola mobile attraverso l'utilizzo di interi a 8 bit.

È disponibile anche il progetto **TensorFlow Lite** che consente l'estensione delle funzionalità di Machine Learning e reti neurali a sistemi basati su microcontrollori. La differenza sostanziale tra le due librerie è che **TensorFlow è basata su reti neurali che richiedono comunque una maggiore complessità di calcolo**. Il Machine Learning non è necessariamente reti neurali, e la **libreria TinyML fornisce una valida alternativa di tecniche di apprendimento** applicabili anche a microcontrollori a 8 bit e con una quantità di RAM esigua.

A partire da questi due progetti di Machine Learning e le relative librerie, sono stati sviluppati all'interno della Community Arduino diversi esempi applicativi sfruttando le capacità di una delle schede Arduino di ultima generazione, ossia la **scheda Arduino Nano 33 BLE Sense**. Questa tipologia di scheda (dotata di un processore **ARM Cortex-M4**) è stata scelta per la presenza anche di diversi sensori interessanti (IMU, microfono, modulo BLE, sensori ambientali) su una superficie dell'oggetto veramente ridotta. Gli esempi prodotti dalla combinazione delle librerie di Machine Learning e questa fantastica scheda sono:

- Riconoscimento vocale grazie all'utilizzo di un microfono integrato sulla scheda
- Riconoscimento gestuale adoperando i dati acquisiti dal modulo inerziale IMU

### MACHINE VISION APPLICATA AD ARDUINO

La Machine Vision, detta anche **visione artificiale**, è un aspetto molto importante nel settore industriale in quanto

**QUELLO CHE HAI LETTO E' UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO E' RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

PERCHE' ABBONARSI A PLATINUM 2.0?

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI **RISERVATI**  
CONTEST E PROMOZIONI **RISERVATI**



VOGLIO ABBONARMI!

# RILEVAMENTO DELLE INTRUSIONI SU RETE CAN-BUS CON TINYML

di Andrea Garrapa

*Le reti neurali e l'apprendimento automatico in generale, rappresentano oggi una delle maggiori aspettative per la realizzazione di modelli che possano determinare il comportamento e il funzionamento di diversi sistemi fisici. Indubbiamente le risorse di calcolo necessarie per l'addestramento e la realizzazione del modello sono elevate, soprattutto in funzione della grande quantità di dati necessari per rilevare i parametri salienti del modello. Allo stesso tempo, però, i modelli così ottenuti possono essere integrati su sistemi embedded, grazie alle tecnologie TinyML, permettendo di operare esattamente dove i fenomeni fisici avvengono. In questo articolo presentiamo un lavoro di ricerca in cui viene utilizzato un framework per l'implementazione di modelli di reti neurali su famiglie di microprocessori per l'automotive, dimostrando la loro efficienza nel rilevamento delle intrusioni su una rete di comunicazione CAN-bus.*

## INTRODUZIONE

I **Machine Learning (ML)** sta rivoluzionando il modo in cui comprendiamo il mondo, permettendoci di ottenere informazioni da grandi quantità di dati che non possono essere analizzate dal cervello umano. I dati prodotti da noi o dai nostri dispositivi, vengono raccolti da sensori, e richiedono grandi quantità di risorse in termini di potenza di elaborazione per essere gestiti e analizzati. In questa direzione la ricerca negli ultimi anni ha indagato una vasta gamma di tecniche ML: reti neurali (NN), **Deep Learning (DL)**, clustering, Reinforcement Learning (RL) e così via. Tuttavia, un segmento di ricerca sempre più importante riguarda la distribuzione di modelli ML su unità microcontrollore (MCU). Questi dispositivi vengono spesso utilizzati per elaborare le informazioni e prendere decisioni in loco senza ricorrere a potenti mainframe. Una delle caratteristiche principali del settore automotive è che la capacità di calcolo deve essere localizzata sui processori presenti nelle ECU e quindi i modelli ML devono essere facilmente discretizzati e codificati per queste unità di calcolo. Diventa quindi importante concentrarsi sul fatto che lo scopo delle architetture tinyML è analizzare i dati mentre vengono prodotti, mentre l'intera fase di addestramento e la realizzazione del modello sono delegate a sistemi con più alte prestazioni. Inoltre, occorre tenere a mente che i dispositivi elettronici di bordo devono svolgere anche le funzioni primarie per le quali sono progettati, dal

controllo del motore alla gestione dei diversi dispositivi di bordo. In questo articolo presentiamo un lavoro di ricerca in cui, grazie ad un framework per l'implementazione di modelli NN su microprocessori della famiglia automotive, viene dimostrata la loro efficienza e prestazione per applicazioni come la stima del traffico dati su **Controller Area Networks (CAN)** all'interno del veicolo.

## CONCETTI BASE

I veicoli moderni stanno diventando prodotti molto complessi e dozzine di **unità di controllo elettronico (ECU)** interagiscono tra loro per eseguire le più svariate funzioni. In un sistema di comunicazione a bordo di un veicolo le diverse sottoreti, divise per funzionalità, sono tutte interconnesse tramite un **gateway**. Per avere un quadro completo, ogni ECU è interconnessa tramite un bus, il CAN-bus: una soluzione semplice ma efficace al problema di interconnessione di ECU che soddisfa i requisiti di comunicazione in tempo reale e implementazione a basso costo. CAN-bus è lo standard di fatto per le interconnessioni di ECU di diverse sottoreti, divise per funzionalità, e interconnesse per mezzo di gateway (**Figura 1**).

I produttori automotive devono progettare attentamente le interconnessioni tra sottoreti per cercare di impedire un tentativo di aggressione volto ad acquisire il controllo da remoto di una ECU tramite una falla nella sicurezza, ad esempio nel sistema di infotainment (tramite Bluetooth,

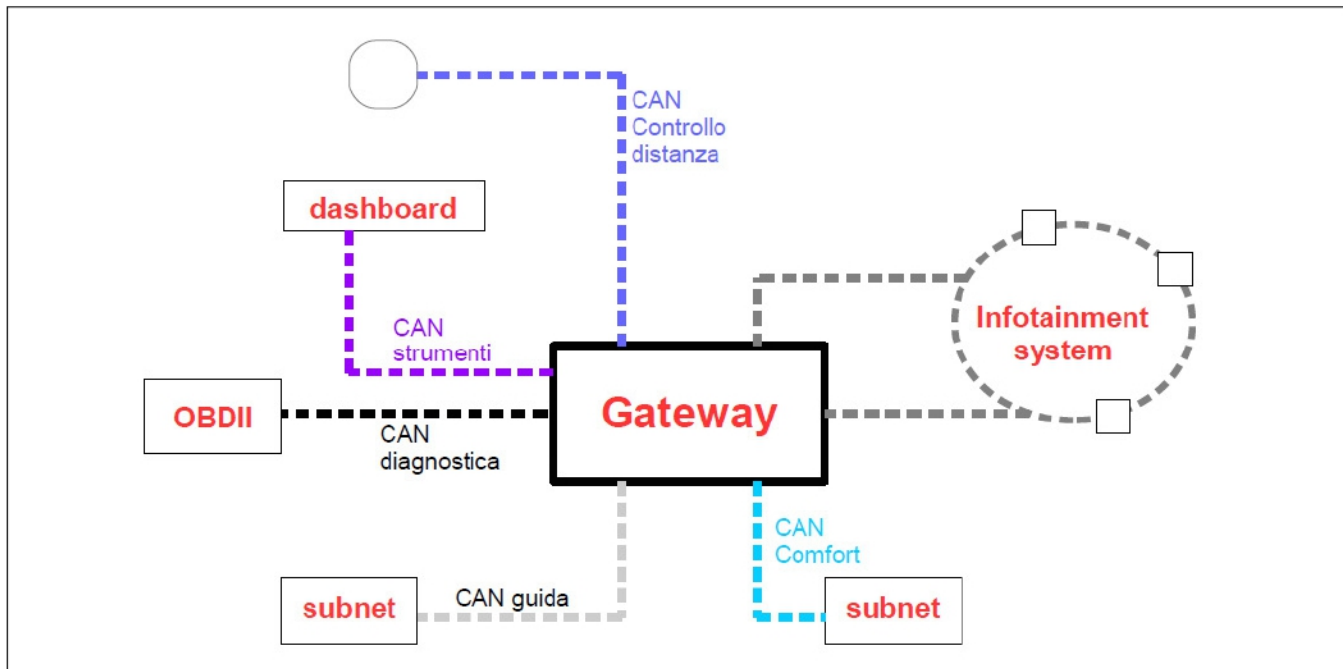


Figura 1: Esempio di sistema di comunicazione a bordo

Wi-Fi). È stato dimostrato che è possibile attaccare la rete CAN disabilitando ad esempio l'impianto frenante utilizzando la connessione cellulare in più veicoli. I ricercatori hanno già riscontrato alcune vulnerabilità nel CAN-bus:

- È un protocollo di messaggistica multicast con nessun meccanismo intrinseco di indirizzamento e autenticazione. In altre parole, una ECU hackerata può "ascoltare" ogni messaggio della sua sottorete e può inviare messaggi con un'identità falsa
- È un protocollo con larghezza di banda limitata per i veicoli di oggi, il che rende difficile l'introduzione della crittografia del messaggio
- La maggior parte dei nodi sono MCU di livello automotive con limitate capacità di memoria e calcolo

con la giusta qualità. In questo articolo viene descritta una versione originale di questo approccio che può essere incorporato nelle MCU.

### SPC5-STUDIO.AI

**SPC5-Studio.AI** è un componente plug-in dell'ambiente di sviluppo integrato **SPC5-STUDIO** che supporta la famiglia di MCU per applicazioni automotive **SPC58 "Chorus"**. L'IDE fornisce la capacità di generare, eseguire e convalidare automaticamente **modelli NN** pre-addestrati su MCU di livello automobilistico. Esso produce un'efficiente libreria "ANSI C" che può essere compilata, installata ed eseguita su MCU SPC58. Framework DL, come **Keras**, TensorFlow Lite, ONNX, Lasagne, Caffe, ConvNetJS sono supportati.

**QUELLO CHE HAI LETTO È UN ESTRATTO, L'ARTICOLO COMPLETO È RISERVATO AGLI ABBONATI AD ELETTRONICA OPEN SOURCE.**

**PERCHÉ ABBONARSI A PLATINUM 2.0?**

UN ANNO DI **FIRMWARE 2.0**  
**TUTTI GLI ARTICOLI TECNICI** RISERVATI  
**CONTEST E PROMOZIONI** RISERVATI



**VOGLIO ABBONARMI!**

# + 140.000

## REGISTERED USERS

# 7.414

 AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (FEB2020)

# 830.610

 2020 ANNUAL VISITORS

## THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

### SOCIAL CONNECTIONS

 + 83.000

 + 23.000

## CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

**53 %**

ACADEMICS/STUDENTS

**25 %**

MAKERS/HOBBYISTS

**22 %**

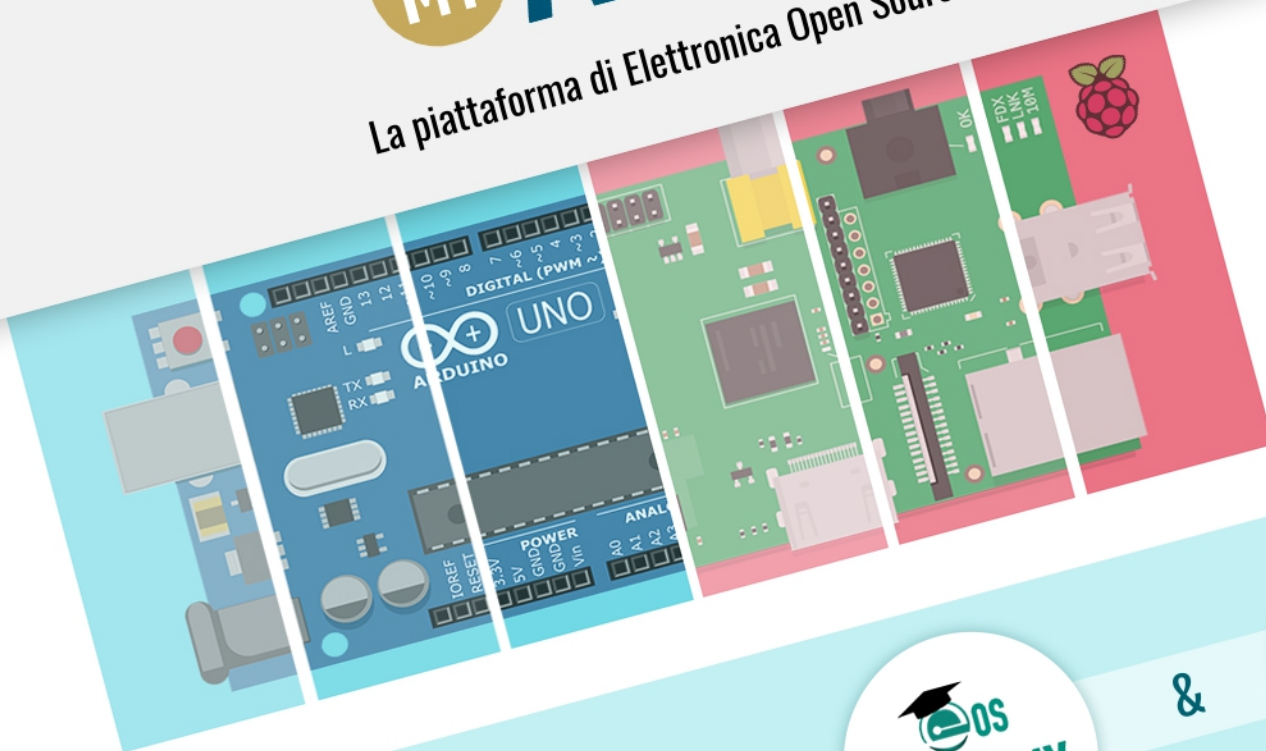


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA  
PER I PROFESSIONISTI  
E I MAKERS



# ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI



&



A PORTATA DI CLICK

