

AUTOMATION INDUSTRY 4.0

elektor ARTICLES INSIDE
design > share > sell



IN QUESTO NUMERO:

UN SISTEMA MULTISENSORIALE PER LA SMART HOME - PARTE 1

L'ESP32 NELL'INDUSTRIA 4.0

SMART POT SENSOR: IOT APPLICATO ALL'AGRICOLTURA (PARTE 1)

UN SEMPLICE CONTROLLER DI TEMPERATURA ON-OFF CON RASPBERRY PI HAT (ELEKTOR)

RASPBERRY PI PICO: LA PRIMA SCHEDA A MICROCONTROLLORE DEL LAMPONE BRITANNICO

CYBER-SECURITY E INDUSTRY 4.0

PIANIFICAZIONE OTTIMA PER UN ROBOT E-PUCK CON FEEDBACK VISIVO

E MOLTO ALTRO!

COSA LEGGERAI NEL 2021?

<i>TOPICS</i>	<i>MAKERS ZONE</i>	<i>DATA DI PUBBLICAZIONE</i>
Open Source IoT	Sensors	1 Febbraio
Automation	Industry4.0	1 Marzo
Energy Management	Energy Harvesting	1 Aprile
Wireless/RF	Smart Projects	1 Maggio
Automotive	Smart Mobility	1 Giugno
Open Source IoT	Blockchain	1 Luglio
Artificial Intelligence	Robotics	1 Settembre
LED/Optoelectronics	Smart Lighting	1 Ottobre
Power/Motor	Power Management	1 Novembre
Open Source IoT	Embedded Systems Design	1 Dicembre

GLI ARTICOLI



Elettronica Open Source



elektor

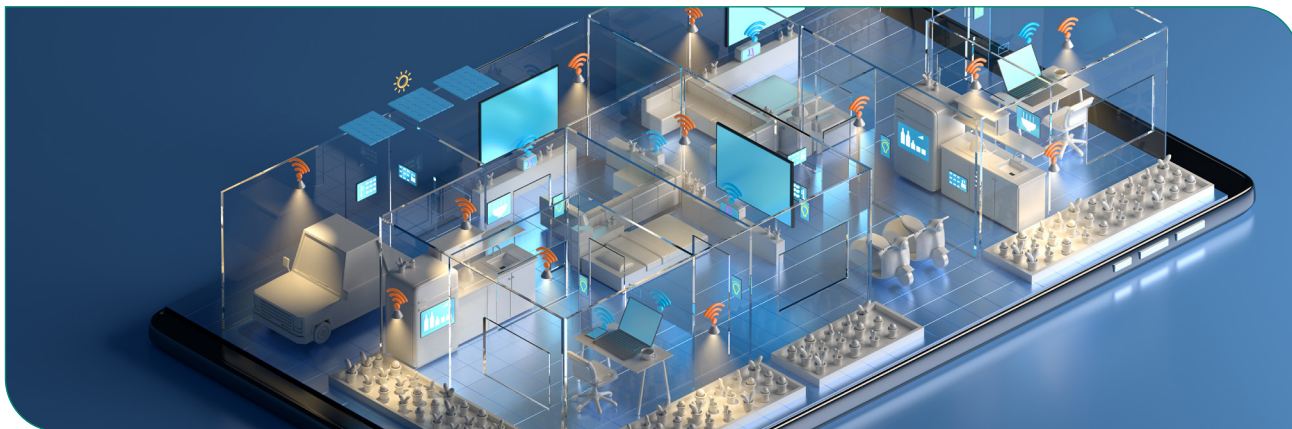
design > share > sell

**IN UN SOLO
MAGAZINE!**

**OGNI MESE
SU FIRMWARE 2.0**

**2 ARTICOLI
DI ELEKTOR**

AUTOMATION INDUSTRY 4.0



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 - 139.706

Social Network - 126.609

© 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

DOMOTICA OPEN SOURCE,
UNA VISIONE FUTURISTICA
DELL'INTERNET DELLE COSE

4

DOMOTICA:
L'INTELLIGENZA
ARTIFICIALE RENDE LA
CASA REALMENTE SMART

6

SISTEMI DI
INTELLIGENZA
ARTIFICIALE PER
APPLICAZIONI IN OGNI
SETTORE

11

UN SISTEMA
MULTISENSORIALE PER
LA SMART HOME
PARTE 1

15

NON C'È PROGETTO
(ELETTRONICO) SENZA
PASSIVI

21

IL FUTURO PROSSIMO
DELL'AUTOMAZIONE
INDUSTRIALE
BASATA SULL'IOT E IL
MICROCONTROLLORE
ARDUINO

23

SMART POT SENSOR:
IOT APPLICATO
ALL'AGRICOLTURA
(PARTE 1)

27

SENSORI DI
MOVIMENTO
PANASONIC INDUSTRY
PER APPLICAZIONI DI
BUILDING AUTOMATION

32

LIDAR ALLO STATO
SOLIDO: COME LA
TECNOLOGIA LASER
CAMBIERA' IL MONDO
DEI RILIEVI, SIA DA
TERRA CHE DA DRONE

39

L'ESP32
NELL'INDUSTRIA 4.0

43

IL NUOVO ESP32-S3 DI
ESPRESSIF

47

UN SEMPLICE
CONTROLLER DI
TEMPERATURA ON-OFF
CON RASPBERRY
PI HAT

48

RASPBERRY PI PICO:
LA PRIMA SCHEDA A
MICROCONTROLLORE
DEL LAMPONE
BRITANNICO

52

INTRODUZIONE A
RASPBERRY PI PICO

54

SMALL CIRCUITS
REVIVAL - RELÈ AD
ALTA EFFICIENZA
ENERGETICA (PARTE 3)

57

LA MODERNA
TECNOLOGIA QR
NELL'AUTOMAZIONE
INDUSTRIALE E COMMERCIALE

59

AUTOMAZIONE
MISURE E
ACQUISIZIONE DATI:
IL SOFTWARE LABVIEW

63

CONTROLLO
AUTOMATICO DEL
LIVELLO DI UN
SERBATOIO

69

CYBER-SECURITY E
INDUSTRY 4.0:
STATO DELL'ARTE E
TREND FUTURI

78

PIANIFICAZIONE
OTTIMA PER UN
ROBOT E-PUCK CON
FEEDBACK VISIVO

83

LS ELECTRIC

produttore coreano di apparecchiature
di potenza e destinate all'automazione industriale



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/TMElectroniComponent](https://www.youtube.com/TMElectroniComponent)
[linkedin.com/company/1350565](https://www.linkedin.com/company/1350565)
[instagram.com/tme.eu](https://www.instagram.com/tme.eu)
twitter.com/tme_eu

www.tme.eu

DOMOTICA OPEN SOURCE, UNA VISIONE FUTURISTICA DELL'INTERNET DELLE COSE

Cari lettori, è arrivato il momento di presentarvi il secondo numero dell'anno di Firmware 2.0. Come sapete, Firmware 2.0 è molto più di una rivista tecnica di elettronica, è un vero e proprio ebook che potete aggiungere al vostro archivio digitale, ricco di contenuti e approfondimenti ideali per chi opera nel settore elettronico come professionista o maker, per studenti e ricercatori, ma anche per tutti gli appassionati che desiderano semplicemente restare aggiornati sui grandi temi dell'elettronica e migliorare il proprio know-how esperienziale. Il variegato mondo dell'elettronica, si sa, è estremamente dinamico e in continua evoluzione, e con esso a cambiare sono soprattutto le opportunità che le tecnologie mettono a disposizione degli utenti e le richieste della società, oggi sempre più interconnessa e digitale.

I moderni sistemi domotici sono alla base di soluzioni legate al concetto di casa intelligente, nota a molti di noi anche come "smart home", il modello adottato per massimizzare l'efficienza sia in termini di funzionalità che di sostenibilità ambientale. Gli elettrodomestici di ultima generazione connessi alla rete, ad esempio, semplificano di molto l'automatizzazione delle nostre azioni quotidiane. A cambiare sono le nostre abitudini e quindi il modo di approcciarci alla gestione dei dispositivi e delle risorse energetiche. Grazie alla domotica intelligente le moderne abitazioni possono vantare un ampio spettro di funzionalità avanzate e somigliare sempre più a microcosmi automatizzati in grado di essere supervisionati e controllati dall'utente, anche da remoto, sia indoor che outdoor. Tutto questo è possibile grazie ad una costante ricerca, all'interazione tra vari ambiti disciplinari e ai progressi della tecnologia in campo wireless. I dispositivi IoT connessi alla rete comunicano tramite sensori e funzioni intelligenti che possono essere gestite sui nostri dispositivi mobile attraverso una semplice app. Potremmo considerare, pertanto, la domotica un sottoinsieme del più ampio ecosistema IoT nel quale dominano incontrastati i sensori e la miriade di dispositivi interconnessi che si scambiano dati e in grado di monitorare in tempo reale i parametri ambientali e le grandezze fisiche di nostro interesse.

I dati sul tasso di crescita delle applicazioni di automazione domestica identificano una crescente richiesta da parte degli utenti sia in termini di comfort e qualità della vita, sia in termini di efficienza nella gestione dei consumi, nonché sicurezza. Un modello di casa intelligente dispone di funzionalità diversificate, consentendo all'utente di poter programmare le apparecchiature in base alle proprie esigenze. L'aspetto che sicuramente interessa in modo particolare gli utenti del settore è la diffusione capillare di soluzioni applicative divenute ormai alla portata di tutti e che hanno permesso alla domotica di conquistare una cospicua fetta del mercato consumer, dominato da assistenti vocali che permettono di gestire il funzionamento di elettrodomestici attraverso la voce, smart speakers, framework e app per il monitoraggio remoto in tempo reale.

I sistemi domotici non sono da intendersi come unità a sé stanti, piuttosto come il risultato di un'interconnessione multidisciplinare tra Intelligenza Artificiale, sensoristica, sviluppo delle tecnologie mobile, informatica, big data e cloud, elementi imprescindibili che rappresentano di fatto l'ossatura portante del modello smart home, rendendo la domotica intelligente un settore altamente dinamico e sul quale puntare nell'era digitale per accrescere le prospettive di sviluppo dell'ecosistema dell'Internet delle Cose.

Buona lettura!

Giordana Francesca Brescia



Innovazione, offerta e servizio in perfetta armonia

Milioni di prodotti
Infinite opzioni di progettazione



Soluzioni Touch per la Prevenzione dei Rischi

I primi controller touchscreen capacitivi di sicurezza certificati per applicazioni con elettrodomestici

Metti la sicurezza al primo posto, e al contempo riduci i costi e accedi a moderne soluzioni di interfaccia utente per elettrodomestici.

La più recente famiglia di controller per touchscreen capacitivi maXTouch® di Microchip offre firmware IEC 60730 e UL 60730 Class B-certified pre-approvato a livello di sistema, una novità sul mercato. Questi controller touchscreen pre-certificati ti aiutano ad ottenere la certificazione richiesta del tuo sistema con un singolo chip, eliminando anche la necessità di un microcontroller aggiuntivo, e riducendo così i tempi di progettazione, oltre ai costi e i rischi complessivi della progettazione stessa.

Progettati specificatamente per il segmento di mercato degli elettrodomestici, la famiglia mXT336UD-HA è dotata di funzionalità di poweron self-test e di autodiagnostica periodica integrata che garantiscono il funzionamento e le funzionalità previsti di CPU, timer, bus di comunicazione, memoria e front-end touch analogico.

Le funzioni diagnostiche integrate di questa famiglia di touch controller assicurano il corretto funzionamento del controller stesso, nonché del sensore touch connesso. Quando viene rilevata una condizione di guasto, la famiglia mXT336UD-HA avvisa immediatamente il sistema host, consentendo all'elettrodomestico un funzionamento sicuro a prova di guasto, riducendo pericolosi rischi.

Caratteristiche Salienti

- Consente il rilevamento e il tracciamento affidabili di più dita su superfici esposte a umidità, acqua, grasso e altro, persino se l'utente indossa dei guanti
- Disponibili strumenti software e hardware tra cui maXTouch Studio, maXTouch Analyzer ed Evaluation kit



microchip.com/mXT336UD



Il nome e logo Microchip, il logo Microchip e maXTouch sono marchi industriali registrati di Microchip Technology Incorporated negli U.S.A. e altri Stati. Tutti gli altri marchi menzionati appartengono ai loro titolari.
© 2021 Microchip Technology Inc. Tutti i diritti riservati.
DS00003806A, MEC2362A-ITA-02-21

UN SISTEMA MULTISENSORIALE PER LA SMART HOME PARTE 1

di Fulvio De Santis

Questo articolo descrive un approccio all'utilizzo della tecnologia in modo pratico e significativo all'interno di un sistema di casa intelligente, che può essere implementato in contesti residenziali. Nel mondo moderno le persone si stanno rapidamente rivolgendo alla tecnologia come un modo rapido ed economico per migliorare la qualità della vita quotidiana. L'obiettivo principale è soddisfare le esigenze dell'utente finale utilizzando sensori ambientali a bassa potenza e a basso costo collegati in rete. Il sistema proposto nel progetto consiste nel rilevamento diretto dell'ambiente, raccolta e analisi dei dati con controllo da remoto mediante web server su smartphone e altri dispositivi connessi in rete. Il sistema Multisensore si compone di un gruppo di sensori, di un dispositivo di gestione basato sul microcontrollore WiFi ESP8266 integrato nel modulo D1 Mini NodeMCU, e di un'applicazione web server per il controllo dei sensori tramite un'interfaccia user-friendly per dispositivi mobili e PC.

INTRODUZIONE

Smart home in sé non significa smart perché la casa è costruita rispettando l'ambiente, come si utilizza lo spazio, o se si utilizza l'energia solare, ma ciò che la rende intelligente sono le **tecnologie interattive** che contiene. Una casa si definisce intelligente perché i suoi sistemi informatici possono monitorare molti aspetti della vita quotidiana. Il concetto di **casa intelligente** è un modo promettente ed economico per migliorare l'assistenza domiciliare per anziani e disabili in modo non invadente, consentendo una maggiore indipendenza, mantenendo una buona salute e prevenendo l'isolamento sociale. La casa intelligente è composta da elettrodomestici, sensori, attuatori, processori e analizzatori di dati. La domotica degli elettrodomestici può essere cablata o wireless. In questo semplice progetto dimostrativo (benché funzionante e applicabile) ci concentreremo su uno degli aspetti rilevanti che contribuisce alla realizzazione di un modello di casa intelligente, ossia il rilevamento di alcune delle condizioni ambientali residenziali: temperatura, illuminazione ed i movimenti di persone. Nel progetto proposto, descritto in due articoli, sarà previsto l'impiego di un relè per includere anche la fase di attuazione conseguente al rilevamento di

un determinato valore dei sensori.

DESCRIZIONE DEL PROGETTO

Per la realizzazione del sistema Multisensore sono necessari componenti hardware e software. L'hardware è costituito dalla scheda di sviluppo **D1 Mini NodeMCU** di AZ-Delivery, corrispondente alla versione 2.3 della versione originale di WeMos Electronics, basata sul microcontrollore WiFi **ESP8266**; un gruppo di sensori: sensore di temperatura **DS18B20**, fotoresistenza **LDR**, sensore di movimento all'infrarosso PIR **HC-SR505**; infine, un modulo relè a due canali. Il software prevede l'installazione sul PC dell'editor **Arduino IDE**, il firmware per l'applicazione Web Server, il driver del chip **CH340G** integrato nella scheda D1 Mini NodeMCU, per l'interfaccia seriale USB-UART. Nella **Figura 1** e nella **Figura 2** sono mostrati rispettivamente il layout e la disposizione e descrizione dei pin della scheda di sviluppo **D1 Mini NodeMCU**.

Nella **Figura 3** sono mostrati i sensori e relè impiegati nel Multisensore: il sensore di movimento all'infrarosso HC-SR505, il **sensore di temperatura DS18B20** (nel progetto abbiamo utilizzato la versione water proof) e il modulo a 2 relè di cui sarà utilizzato un solo relè in questo progetto.

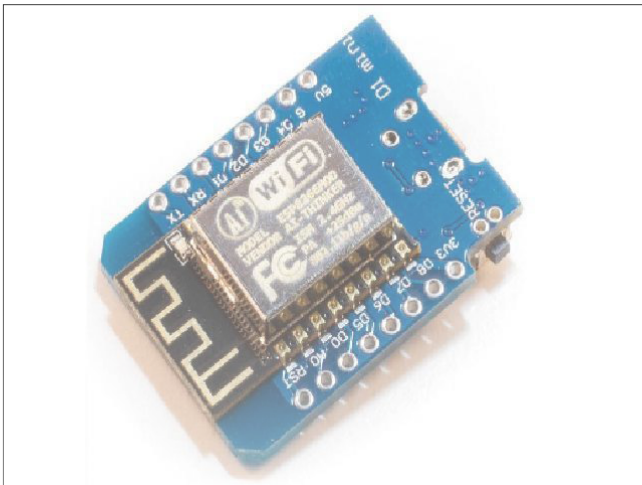


Figura 1: la scheda di sviluppo D1 Mini NodeMCU

La numerazione e descrizione dei pin occorrerà tenerla presente nella fase di realizzazione del prototipo del Multisensore.

LA SCHEDA DI SVILUPPO D1 MINI NODEMCU

Data l'importanza delle funzioni di gestione dell'hardware e della rete WiFi svolte dalla scheda di sviluppo **D1 Mini NodeMCU**, si ritiene doverosa una dettagliata descrizione. Il modulo **D1 Mini NodeMCU** è una scheda di sviluppo basata sul chip ESP8266. Dispone di 11 pin di ingresso/uscita digitali e un pin di ingresso analogico. Tutti i pin I/O digitali hanno funzioni di interrupt, PWM, I2C e 1-wire. Il range della tensione applicata all'ingresso analogico è

compreso tra 0 V e 3,3 V. Il modulo utilizza una porta micro USB e il chip convertitore seriale USB-UART **CH340G** per la programmazione dell'ESP8266. Inoltre, la porta micro USB fornisce alimentazione al modulo. Il chip ESP8266 integrato nella scheda di sviluppo è un SoC (System on a Chip). E' costituito da un Microcontrollore Tensilica L106 a 32 bit e da un transceiver Wi-Fi. Può essere programmato come qualsiasi altro microcontrollore. La peculiarità dell'ESP8266 è la comunicazione Wi-Fi, ovvero può essere connesso alla rete Wi-Fi o a Internet, può svolgere la funzione di host web server e connettersi a dispositivi mobili e PC. Supporta i protocolli di rete Wi-Fi, TCP, UDP, HTTP, DNS, etc. Il modulo D1 Mini può essere programmato con Arduino, in C con ESP SDK, Lua interpreter e MicroPython. Di seguito sono elencate le **specifiche tecniche** dell'**ESP8266**:

- » 802.11 b/g/n
- » Integrated low power 32-bit MCU
- » Integrated 10-bit ADC
- » Integrated TCP/IP protocol stack
- » Integrated TR switch, balun, LNA, power amplifier and matching network
- » Integrated PLL, regulators, and power management units
- » Supports antenna diversity
- » Wi-Fi 2.4 GHz, support WPA/WPA2
- » Support STA/AP/STA+AP operation modes
- » Support Smart Link Function for both Android and iOS devices

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!

SMART POT SENSOR: IOT APPLICATO ALL'AGRICOLTURA (PARTE 1)

di **Daniele Valanzuolo**

La filosofia dell'Internet delle Cose (IoT) sta da un decennio rivoluzionando ogni ambito, introducendo tecnologia e digitalizzazione anche in quei settori che sono sempre stati dei "dinosauri". Nonostante le sue peculiarità rurali, tra questi settori ritroviamo anche l'agricoltura. Infatti, soprattutto grazie al contributo innovativo di tantissimi giovani che vogliono innovare e rinnovare i vecchi business di famiglia, nel settore dell'agricoltura o più in generale dell'agroalimentare sono state introdotte nuove tecnologie produttive.

INTRODUZIONE

Oggigiorno la tecnologia IoT non si applica solo agli impianti industriali, e la rivoluzione in essere dell'Industry 4.0 ha contagiato tutti i settori: anche quello dell'agricoltura. L'introduzione di innovazione tecnologica e digitalizzazione in questo settore ha portato a raggiungere livelli di eccellenza della filiera agroalimentare attraverso la **tracciabilità**, l'**agricoltura di precisione**, l'ottimizzazione delle risorse, il monitoraggio di vaste aree di coltivazione, e via dicendo.

Seppur il settore risulta ancora di nicchia, le aziende che hanno adottato questo processo di rinnovamento riscontrano benefici in termini di sinergia delle risorse al fine di evitare lo spreco per un mondo sempre più "green". Come in un'industria metallurgica è importante preparare e pianificare i cicli di produzione al fine di ottimizzare l'azienda, ridurre gli sprechi e i tempi morti e costi di produzione, così anche le grandi aziende agroalimentari ricorrono sempre più a soluzioni tecnologiche per la corretta pianificazione delle proprie colture, dalla preparazione del fondo, alla semina, fino al raccolto. Inoltre, anche i consumatori finali e la grande distribuzione trovano vantaggi attraverso la tracciabilità, in modo da fornire dati dettagliati di tutto il processo dell'agroalimentare, dalla raccolta, al confezionamento fino alla distribuzione.

Dunque, la fusione dell'agricoltura di precisione con l'**innovazione tecnologica dell'IoT**, o meglio ancora dell'**Internet of Farming**, consente i seguenti benefici:

- monitorare il **fabbisogno idrico** per l'irrigazione dei campi in modo tale da ottimizzare le risorse idriche, nonché migliorare lo sviluppo delle colture;
- monitorare i parametri **biochimici** del suolo per valutare i processi di concimazione o definire con precisione i cicli delle differenti colture;
- monitorare i **parametri ambientali**;
- prevenire **patologie delle colture**;
- prevenire infestanti;
- individuare **principi di incendio** e intervenire tempestivamente per la salvaguardia di boschi e colture;
- monitorare lo stato di salute dei capi di bestiame allo stato brado.

Dunque, l'adozione delle tecnologie innovative in ambito agroalimentare consente di ottenere benefici sia di tipo qualitativo (incrementando la qualità del prodotto e del processo) che quantitativo (con l'incremento delle produzioni).

IL PROGETTO

Passiamo ora al nostro progetto, infatti, in questo articolo realizzeremo uno **Smart Pot Sensor**, ossia un sensore intelligente per monitorare il vaso di una piantina che vogliamo far crescere rigogliosa. Il progetto è stato concepito in modo tale che possa essere realizzato ed utilizzato da ognuno di noi. Quasi tutti noi abbiamo una pianta in

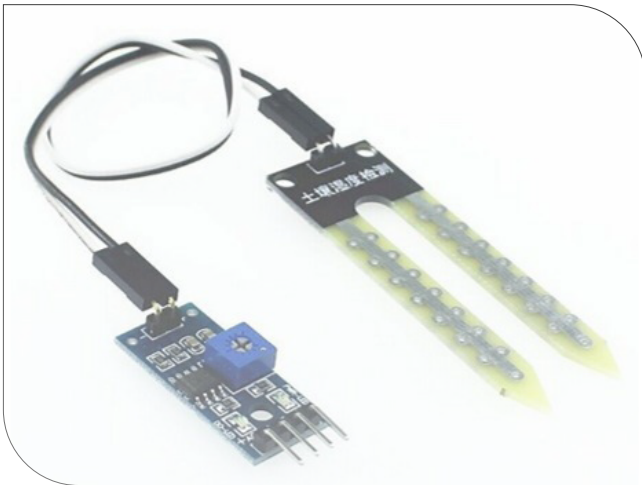


Figura 1. Esempio di sensore economico di umidità terreno

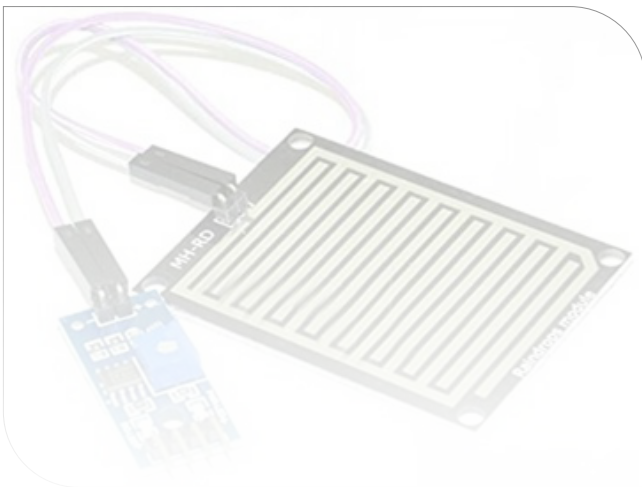


Figura 2. Sensore di pioggia

le mie intenzioni sono di proporre un oggetto alla portata di tutti, ho pensato di realizzarlo con una scheda che tutti conosciamo: [Arduino](#). Nel caso specifico farò riferimento ad **Arduino UNO**, ma il progetto ben si presta ad essere implementato con altre schede della famiglia Arduino e/o compatibili. Con un effort leggermente maggiore è possibile implementare il progetto con qualsiasi altra scheda a microcontrollore che avete a disposizione o che usate abitualmente.

Inoltre, il nostro Smart Pot Sensor per rendere un vaso intelligente sarà dotato dei seguenti sensori:

- Sensore di umidità terreno
- Sensore di umidità dell'aria
- Temperatura ambientale
- Sensore di pioggia
- Sensore di luminosità

Sensore di umidità del terreno

Quando si vuole far crescere rigogliosa una qualsiasi pianta, sia essa in vaso che in giardino, è molto importante monitorare l'umidità del suolo o del terriccio, per valutare quando irrigare la pianta e limitando gli eccessi da entrambi i lati (terreno troppo bagnato o terreno troppo secco). In commercio si trovano a prezzi ridicoli tantissimi sensori per poter monitorare l'umidità del terreno come quello riportato in **Figura 1**. Questi sensori hanno una particolare forma a forchetta che va infilata nel terreno.

Ma come funzionano? Il principio di funzionamento è molto semplice ed è basato su una misura resistiva. Il terreno, infatti, cambia la propria resistenza elettrica in funzione dell'umidità presente. Maggiore è l'umidità, più

**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!

L'ESP32 NELL'INDUSTRIA 4.0

di Fulvio De Santis

Esperti dell'economia internazionale affermano che entro il 2022 nel mercato globale per l'IoT si spenderanno 264 miliardi di dollari, mentre per l'Industria 4.0 152 miliardi di dollari. Queste previsioni possono portarci a credere nell'IoT come qualcosa di più di una tendenza aleatoria e dovrebbero prepararci al futuro prossimo dove gli sviluppatori saranno impegnati in altri campi di sviluppo software e i microcontrollori, diventando più potenti, possono anche ospitare paradigmi di programmazione più moderni ed evoluti. In questo articolo esploreremo alcuni di questi argomenti con particolare riferimento all'ESP32 al fine di valutarne il ruolo negli ambienti di sviluppo integrato al passo con lo sviluppo del mercato nell'era dell'Industria 4.0.

INTRODUZIONE

L'Industria 4.0 gioca un ruolo significativo nell'ottimizzazione industriale, monitorando i sistemi e analizzando gli input dei sensori tramite statistiche o algoritmi di apprendimento, la previsione dei guasti (diagnosi predittiva), l'analisi del carico e le ottimizzazioni che possono essere ottenute. A loro volta, il taglio dei costi e la crescita sono due sottoprodotti di cui ogni azienda ha bisogno. Mentre alcuni dei grandi players offrono soluzioni già pronte, tutte le altre sono state nella comunità open source per un bel pò di tempo. L'IoT non è più un giocattolo per hobbisti ma un movimento in crescita per migliorare la vita di una persona e può essere applicato in ambito industriale. **IoT e Industria 4.0** non sono lì solo per creare posti di lavoro, ma anche per rendere il lavoro meno banale e noioso e consentire una condizione di lavoro migliore, più interessante e, nel contempo, aumentare l'impegno e la produttività. Sebbene l'**ESP32** non sostituisca i tradizionali dispositivi PLC/SCADA commerciali, è in grado di raggiungere questo obiettivo abbastanza velocemente, e i sensori e i moduli relè attuatori possono contribuire a rendere relativamente semplice il raggiungimento di questo obiettivo. Riguardo invece al software, attualmente "**No-de-Red**" è il software di controllo IoT più popolare, è molto facile da usare e molti tutorial sono stati realizzati, sia in video che in articoli.

Altre opzioni sono Eclipse Kura e Project Flogo. Eclipse NeoSCADA è un software flessibile. Non è una soluzione pronta all'uso, ma un insieme di strumenti che possono essere combinati in molti modi diversi. Fornisce librerie di sviluppo, applicazioni di interfaccia, strumenti di configurazione di massa, applicazioni front-end e back-end. Indi-

goSCADA è un sistema SCADA di dimensioni ridotte interamente sviluppato in C e C++ con supporto di più sistemi operativi e più driver di protocollo front-end. ScadaBR è un software gratuito open source per lo sviluppo di applicazioni di automazione, acquisizione dati e controllo di supervisione. SZARP è un sistema SCADA completo, progettato per monitorare i processi industriali che cambiano lentamente, come ad esempio le operazioni dei sistemi di riscaldamento urbano. È un software completamente gratuito, pubblicato secondo i termini della GNU General Public License 2.0 (o qualsiasi versione successiva).

ESP32, UNA SFIDA PROFESSIONALE

Mentre il marchio **Espressif** è ben noto nella comunità hobbistica per la diffusione del famoso microcontrollore WiFi **ESP8266**, i suoi prodotti non sono molto impiegati nel settore professionale e industriale, forse per la predisposizione delle aziende a non considerarli professionali. Il microcontrollore Espressif **ESP32** è una reale sfida contro molti microcontrollori. Maxim, Texas Instruments, Microchip, Nordic Semiconductor, NXP, Silicon Labs, ST e Atmel forniscono tutti microprocessori in grado di competere, alcuni più popolari di altri, alcuni forniscono un IDE gratuito, altri forniscono SDK molto costosi e la maggior parte di loro ha una sorta di RTOS. In **Figura 1** viene mostrata una scheda di sviluppo ESP32.

Il **chip ESP32** è un potente successore del famosissimo **ESP8266**. Il più grande cambiamento è l'aggiunta della connettività BLE Bluetooth 4.2. La scheda di sviluppo **ESP-32 Development-Board** è un ottimo elemento per un uso flessibile nell'Internet of Things. E' programmabile e alimentabile tramite cavo micro USB-B dalla porta USB

del computer. Le principali caratteristiche sono:

- »Processore ESP-WROOM-32
- »WLAN 802.11 b/g/n e Bluetooth 4.2/BLE
- »CPU dual-core a 32 bit Tensilica L108 da 160 MHz
- »512 kb SRAM e 16 Mb di memoria flash
- »32 pin I/O digitali (3,3 V)
- »6 pin analogici-digitali
- »3 UART, 2 SPI, 2 I²C
- »Interfaccia da USB a UART CP2102
- »Programmabile tramite Arduino, Lua, MicroPython

La strategia commerciale di Espressif è stata quella di **rendere open source il proprio SDK e gli ambienti di sviluppo** in modo che altri possano rendere accessibile lo sviluppo per il proprio hardware.

Questa scelta ha permesso di rendere **open source l'intero framework** e quindi di aiutare chiunque fosse disposto a conoscere lo sviluppo integrato per ottenere informazioni, dettagli e approfondimenti che solo un codice sorgente può fornire. Intorno all'accessibilità all'hardware e al software, può essere creata una comunità e a sua volta l'hardware può ottenere supporto software, componenti e servizi.

hanno bisogno di riprogettare i loro prodotti.

L'AMBIENTE ESP32

Alcuni dei componenti che compongono l'**ecosistema ESP32** sono:

Microprocessore ESP32: microprocessore dual core da 240 MHz, RAM da 520 kb, RTC, ULP, 34 GPIO, connettività di rete e UART multipla, I2C, I2S, SPI, CANBUS, ADC e DAC con EEPROM SPI esterna che può essere compresa tra 1 e 16 Mb. Esp-idf - Espressif ha compiuto un grande sforzo per creare un Software Development Kit (SDK) che offra la maggior parte se non tutte le prestazioni dell'hardware.

Rete: connettività WiFi/BT/Ethernet, stack TCP/IP lwIP.

Sicurezza/Crittografia: istruzioni per la crittografia (AES (128, 192, 256)/SHA (1.256.384.512), Crittografia di rete, Crittografia Flash, Avvio protetto e Disabilitazione JTAG. Oltre alla libreria mbedtls (formalmente nota come PolarSSL), la traduzione API OpenSSL e libsodium.

Cloud Ready: esistono e sono testati sia i componenti AWS IoT che Azure IoT.

FreeRTOS: implementazione completa che include attività e pianificatore di attività in tempo reale, timer, code, gestione degli interrupt, sezioni critiche ed eventi.

Compilatore GCC moderno C++ 11/14: il moderno C++

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!

UN SEMPLICE CONTROLLER DI TEMPERATURA ON- OFF CON RASPBERRY PI HAT



La scheda Raspberry Pi Sense HAT è normalmente collegata al connettore a 40 vie del Raspberry Pi. Per interfacciare i componenti esterni al Raspberry Pi, oltre alla scheda Sense HAT, dobbiamo collegare la board Sense HAT al Raspberry Pi utilizzando un cavo ribbon o cavi jumper in modo che sia possibile accedere agli altri pin del Raspberry Pi. Pertanto, dobbiamo sapere quali pin della scheda Sense HAT sono utilizzati da Raspberry Pi e quali pin di Raspberry Pi sono liberi.

La scheda Sense HAT comprende sette componenti principali e una matrice LED. I componenti sulla scheda sono controllati tramite l'interfaccia bus I2C. I componenti principali sulla scheda sono:

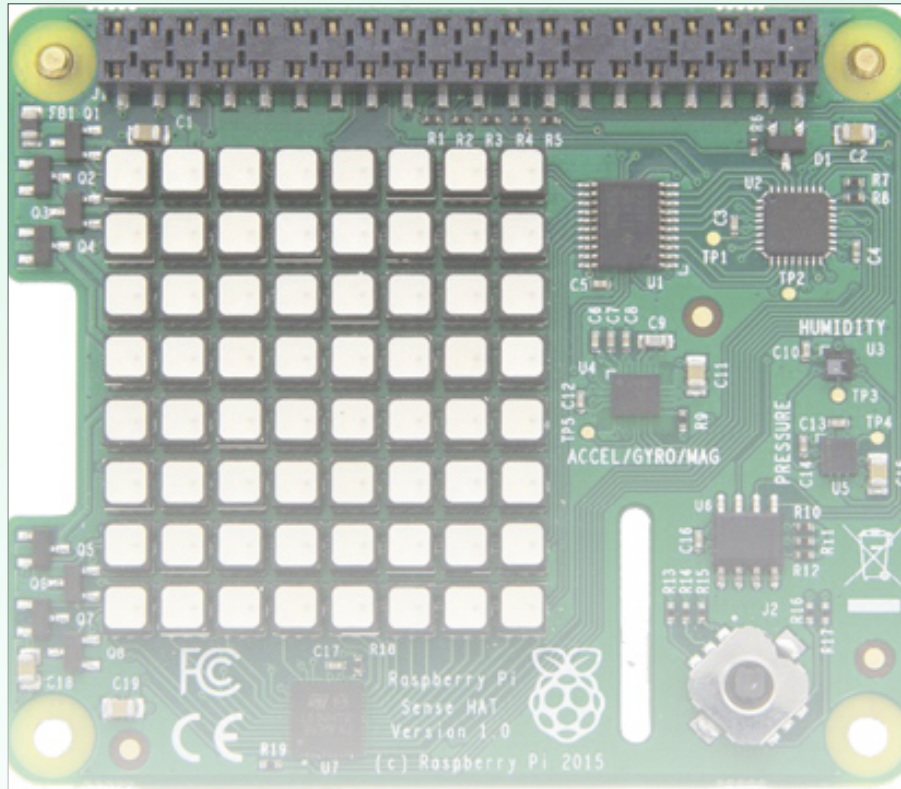
Componente	Indirizzo bus I2C	Funzione
HTS221	0x5F	Sensore di umidità
LPS254H	0x5C	Sensore di pressione/temperatura
LSM9DS1	0x1C,0x6A	Accelerometro+magnetometro
SKRHABE010	-	Joystick
LED2472G	0x46	Controller matrice LED
LED matrix	-	-
ATTINY88	-	Microcontrollore Atmel

Oltre alle linee di controllo I2C, il **microcontrollore ATTINY88** sulla scheda può essere programmato tramite le linee di controllo del bus SPI (MOSI, MISO, SCK, CE0) previste sulla scheda.

La scheda Sense HAT può essere collegata al **Raspberry Pi** utilizzando solo i seguenti 9 pin dei connettori a 40 vie:

Pin della scheda Sense HAT	Pin del Raspberry Pi	Funzione
3	3 (GPIO2)	SDA (I2C)
5	5 (GPIO3)	SCL (I2C)
1	1 (+3.3V)	power
9	9 (GND)	power ground
2	2 (+5V)	power
16	16 (GPIO23)	joystick
18	18 (GPIO24)	joystick
27	27 (ID_SD)	EEPROM
28	28 (ID_SC)	EEPROM

Come si può facilmente comprendere, questo lascia un gran numero di pin Raspberry Pi liberi di poter essere utilizzati con dispositivi esterni. Il nostro "progetto" di partenza è un controller di temperatura on-off che coinvolge la scheda Sense HAT collegata a Raspberry Pi Zero W per la **misurazione della temperatura ambiente**. Inoltre, un piccolo buzzer viene collegato a una delle porte del Raspberry Pi. Il valore impostato della temperatura è codificato nel programma. Se la temperatura ambiente è inferiore alla temperatura impostata, il buzzer si attiva e la matrice LED visualizza la temperatura ambiente in rosso. Se, d'altra parte, la temperatura ambiente è superiore al valore



Raspberry Pi Zero W



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!

RASPBERRY PI PICO: LA PRIMA SCHEDA A MICROCONTROLLORE DEL LAMPONE BRITANNICO

di **Lorenzo Neri**

Raspberry Pi Pico: l'azienda del lampone più famoso nel mondo maker ha deciso di entrare nel mondo delle schede a microcontrollore all'inizio di questo 2021.

In questo articolo parleremo di **Raspberry Pi Pico con chip RP2040, la prima scheda a microcontrollore di casa Raspberry Pi!** Se si pensa a **Raspberry Pi**, si pensa all'azienda britannica che ha affascinato tutti noi con i suoi computer a singola scheda, ma a quanto pare ha deciso di fare qualcosa di diverso durante l'inizio del 2021.

Insomma non gli è bastato chiudere il 2020 con **Raspberry Pi 400**, eh no!

Ha deciso di offrire al mondo la scheda Pico: Pico è una scheda a microcontrollore costruita con il chip RP2040 dalle dimensioni contenute e con tanti dettagli interessanti.

RP2040

RP2040 è un chip progettato direttamente da casa Raspberry Pi. Offre un processore **Arm Cortex-M0+** dual core a 133 MHz che offre 264 KB di RAM e 2 MB di memoria flash direttamente su scheda.

Eppure, se sei abbastanza bravo con il saldatore, RP2040 supporta fino a 16 MB di memoria flash off-chip!

RP2040 supporta, come tutte le schede a microcontrollore a cui siamo abituati, il linguaggio C con la sua variante più gettonata C++, ma **ovviamente sì: il lampone più**

famoso nel mondo making offre il supporto nativo a MicroPython.

LE INTERFACCE

Raspberry Pi Pico offre differenti interfacce. Partiamo dalla **porta USB micro** ormai immancabile su queste schede nella **versione 1.1 utilizzabile sia per alimentazione, sia per il caricamento del firmware.** Ai lati della scheda stessa, troviamo **26 pin GPIO multi funzione**, ma non solo.

2 interfacce SPI, altrettante I2C ed UART, 3 per 12 bit in ciascun ADC e 16 canali PWM controllabili nella loro interezza.

Per concludere e non farci mancare assolutamente nulla, Raspberry Pi Pico offre **un sensore di temperatura, librerie on-chip per una gestione accelerata floating-point e 8 macchine a stato (PIO) programmabili per una gestione personalizzata delle periferiche.**

UNA MAPPATURA COMPLETA

Vediamo da un punto di vista più completo e grafico, come sono impostate le interfacce di Raspberry Pi Pico ([pagina accanto](#)).

La casa madre britannica di Pico ha ovviamente deciso di mettere a disposizione non solo una mappatura delle interfacce, **ma anche i file fritzing e di design delle stesse**

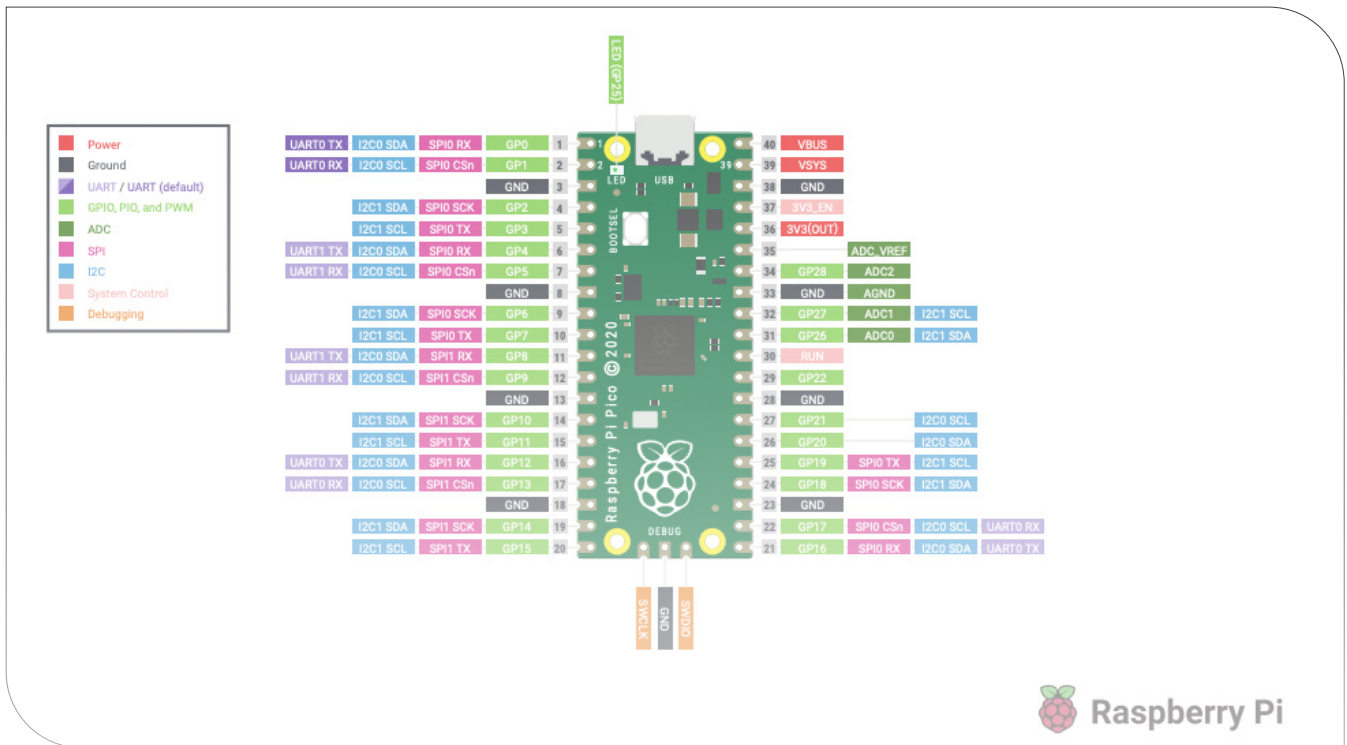


Figura 1. La mappatura delle interfacce di Raspberry Pi Pico

ed è possibile ottenerle [qui](#).

PROGRAMMARE IN MICROPYTHON IN "DRAG AND DROP"

Raspberry Pi Pico può essere tranquillamente programmata in modalità "drag and drop" tramite porta USB.

Che cosa significa questo?

Pi Zero, a tal proposito suggerisco di riservare già da adesso la propria, prima di trovare il tutto esaurito!

UNA COMPETIZIONE PERFETTA CON ARDUINO E LE SCHEDE NODEMCU

Diciamocelo: tra dimensioni, caratteristiche tecniche e prezzo è senza dubbio una new entry molto competitiva nel mondo delle schede a microcontrollore e certo: per il momento la scheda a microcontrollore "Tutto"

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!

CYBER-SECURITY E INDUSTRY 4.0: STATO DELL'ARTE E TREND FUTURI

di Daniele Valanzuolo

L'evoluzione industriale è ormai in atto! Tutti i rami industriali a livello mondiale sono coinvolti per non rimanere indietro rispetto alla concorrenza del proprio settore, che avanza in maniera sempre più veloce. L'avvento della cosiddetta Industria 4.0 (annunciata concettualmente in maniera futuristica appena nel 2011) sta proiettando le "fabbriche" nel futuro, attraverso il progresso tecnologico e l'interconnessione per rimanere al passo con i tempi ed i leader nei settori di riferimento. L'enorme quantità di macchine presenti nell'industria ha portato alla progettazione di nuove piattaforme IT interconnesse non solo all'interno dello stabilimento ma anche con il mondo esterno, creando di fatto una porta da violare che ha portato all'incremento del numero di attacchi informatici. Di conseguenza, la sicurezza delle informazioni, della produzione e del personale è diventata sempre più delicata e sentita.

INTRODUZIONE

In questo momento di trasformazione digitale, a causa delle peculiarità di ogni settore, è necessaria un'attenta valutazione della gestione dei rischi, al fine di garantire la sicurezza del core business e delle informazioni "sensibili" durante e dopo la trasformazione. L'applicazione dei principi della **cosiddetta Industria 4.0**, in particolar modo con l'**IIoT (Industry Internet of Things)** e la creazione di **fitte reti di sensori e attuatori interconnessi tra loro e con gli impianti industriali**, ha portato all'evoluzione del concetto di **automazione e Intelligenza Artificiale** investendo non solo la produzione, ma anche la **supply chain** e tutti i processi produttivi e gestionali, introducendo innovazione, riduzione dei costi ed agilità negli adattamenti alle esigenze di business senza precedenti. Tutti i settori si sono affacciati all'immenso mondo della digitalizzazione e della informatizzazione per migliorare i propri processi, velocizzarli e renderli meno costosi. Ma **l'enorme quantità di dati da processare**, spesso proveniente da contesti geografici diversi, ha portato alla realizzazione di infrastrutture IT per l'elaborazione centralizzata, come ad esempio quelle Cloud, al fine di **ottimizzare le risorse computazionali** e renderle disponibili in ogni punto dell'in-

frastruttura quando necessarie. Si capisce, ovviamente, che la disponibilità di una grande quantità di informazioni (**big data**) in un punto nevralgico dove convergono tutte le comunicazioni comporta una sfida di notevole difficoltà per quanto riguarda la sicurezza di questi dati, sia da un punto di vista strategico (brevetti, prototipi, ricerche) sia da un punto di vista della privacy (dati sensibili dei clienti). *L'archiviazione completa dei dati e dei flussi di elaborazione su sistemi cloud non garantisce la sicurezza al 100%*. Infatti, i dati fluiscono liberamente attraverso gli end point della rete.

Una delle "industrie" fortemente coinvolte da questa innovazione è quella Finanziaria. Le banche sempre di più stanno automatizzando i processi, con infrastrutture molto complesse e con elevate quantità di dati da dover gestire. Di fatto, per la loro stessa natura di essere il fulcro economico e monetario, le banche sono oggetto di continui attacchi per attività di frode. Dunque, l'introduzione delle nuove tecnologie digitali interconnesse tra loro **augmenta di fatto l'esposizione agli attacchi informatici**. Se fino ad oggi la maggior parte degli attacchi è stata di tipo truffaldino ed estorsivo (in genere attraverso email o malware), nel prossimo futuro ci si aspetta attacchi evoluti mirati a

sfruttare le vulnerabilità delle nuove tecnologie interconnesse alla rete per trarne profitto, o semplicemente mettere in difficoltà le grandi aziende, i grandi marchi. Tra i principali obiettivi ci sono la destabilizzazione dei sistemi di produzione, la creazione di caos con i veicoli connessi, lo spionaggio industriale, etc. Si comprende bene che per l'Industria 4.0 la sicurezza informatica assume un ruolo cruciale.

SICUREZZA A TUTTI I LIVELLI

Il problema della **sicurezza informatica** è sentito praticamente da tutti. Chiunque pensa ai propri account social, al telefono e alla miriade di password che deve ricordarsi per i vari accessi, e sempre più complesse (la maiuscola, i numeri, i caratteri speciali). Pensate ora se un possibile attacco, anziché entrare in un social entra nel nostro conto corrente, beh la cosa si fa alquanto preoccupante! L'evoluzione dell'IoT e soprattutto dell'IoT industriale ha creato delle infrastrutture critiche all'interno dei processi aziendali e delle fabbriche, creando di fatto molti punti di vulnerabilità.

Tali punti, se violati, possono portare a conseguenze gravi su molti aspetti aziendali (ad esempio di tipo finanziario, legale, normativo, etc.). Dunque, per far fronte alle nuove sfide di cyber-security, e per ridurre al minimo le conseguenze degli attacchi alle vulnerabilità, è necessario **instaurare un processo di sicurezza** che coinvolga tutti gli attori legati al processo stesso.

Purtroppo, l'aspetto della sicurezza informatica non riguarda solo chi utilizza determinati dispositivi ma anche chi li progetta. Per i progettisti dei dispositivi orientati all'Industry 4.0, come oggetti IoT o IIoT, è fondamentale applicare una logica di **"security by design"**.

Inoltre, le varie figure di progettazione (ingegneri di prodotto, software, di sistema) devono essere capaci di poter affrontare la problematica ad ogni livello, dalla struttura IT fino ai singoli end point.

Allo stesso tempo, le aziende produttrici di elettronica e/o software devono prendere sempre in considerazione il rischio di sicurezza informatica in funzione dell'aspetto economico, raggiungendo i giusti compromessi.

È ovvio pensare che non tutti i dispositivi possano avere un elevato grado di protezione dagli attacchi, perché questo si tramuterebbe in un costo eccessivo del prodotto, nonché una complessità maggiore dello stesso. In egual modo, è molto importante che gli utenti abbiano consapevolezza dei possibili problemi legati al non corretto utilizzo dei dispositivi, soprattutto in termini di sicurezza e privacy. Non è solo importante investire nei device o sistemi all'avanguardia, ma è anche importante diffondere una cultura della sicurezza informatica attraverso la corretta formazione e informazione degli operatori di tali sistemi.

LA SFIDA DELLA STANDARDIZZAZIONE

Al top delle sfide per l'Industry 4.0, soprattutto per garantire la cyber-security, c'è sicuramente la tematica della

**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!

PIANIFICAZIONE OTTIMA PER UN ROBOT E-PUCK CON FEEDBACK VISIVO

di Giuseppe Silano

Il problema della pianificazione del percorso per robot mobili è sempre stato oggetto di ricerca, sin dalle prime applicazioni della robotica. Oggi, con l'avvento dell'Industria 4.0, le ricerche si concentrano su sistemi autonomi capaci di pianificare in pochi istanti i percorsi per sistemi multi-robot utilizzando come unici feedback quello visuale, proveniente da sistemi di camere, e quello di bordo, attraverso la sensoristica del robot. L'articolo presenta il problema in scala ridotta affrontando il problema di pianificazione di percorso per un robot E-Puck, utilizzando come feedback visivo le immagini provenienti da una webcam e sintetizzando il problema di pianificazione attraverso l'ambiente di calcolo numerico MATLAB. L'articolo, scritto in chiave educational, affronta tutte le fasi della progettazione: dalla raccolta delle immagini sino alla loro elaborazione, passando dal partizionamento dello spazio alla formulazione del problema di planning, terminando con il modello e controllo del robot mobile.

INTRODUZIONE

I problemi di pianificazione di percorso sono da sempre di grande interesse nell'ambito della robotica, da quando sono stati realizzati i primi prototipi di robot mobili (ad esempio, [quelli dotati di assi sterzanti](#) o [skid steering](#)). Il problema di portarsi da un punto A ad un punto B può sembrare banale, ma così non è se al problema di navigazione si aggiunge la presenza di ostacoli (siano essi statici o dinamici) lungo il percorso oppure la presenza di vincoli sulla dinamica del veicolo (massima velocità o accelerazione) oppure quelli provenienti dalle specifiche di missione (il robot deve raggiungere l'obiettivo minimizzando tempo o distanza). Occorre, quindi, definire un approccio sistematico che consenta, ad esempio, attraverso la formulazione di un problema di ottimo, di definire il percorso che il robot dovrà seguire per soddisfare tutte le specifiche. Per quanto possa sembrare lontano e strano, problemi di questo tipo sono continuamente risolti ogni qualvolta cerchiamo un percorso attraverso uno dei servizi di localizzazione, come Google Maps e similari, oppure quando consultiamo l'applicazione dei trasporti pubblici, oppure quando il nostro robot domestico (ad esempio, [iRobot](#))

inizia le attività di pulizia. Molto spesso questi problemi vengono semplificati, evitando di considerare ostacoli o vincoli, o più semplicemente trasformando il problema di navigazione da 3 a 2 assi, ma la sostanza e l'approccio utilizzato, grosso modo, restano sempre gli stessi.

Con questi pochi e semplici concetti, l'articolo cerca di spiegare, su di una **chiave educational**, come è possibile formulare un problema di navigazione complesso per un piccolo robot mobile in presenza di ostacoli lungo il percorso, utilizzando come unici feedback quello visuale di una webcam e la sensoristica di bordo. Il tutto avviene con l'utilizzo di un semplice **robot open-source conosciuto anche come E-Puck e del software di analisi numerica MATLAB**. Per mantenere la trattazione breve, partiremo da alcuni assunti. Ad esempio, (i) di conoscere la posizione del drone al primo istante; (ii) di poter utilizzare un marker per riconoscere l'orientamento del drone (non utilizzeremo la sensoristica di bordo, ma la camera per questa operazione, questo per evitare la sintesi di [osservatori di stato](#)); (iii) non terremo in considerazione l'onere computazionale dell'algoritmo (tutto sarà eseguito a bordo di un PC, senza limiti di tempo per l'esecuzione della missione);



Figura 1: Area di lavoro e set up sperimentale

(iv) che le dimensioni dell'area di lavoro siano tali da poter considerare trascurabili i vincoli energetici (la durata della batteria) del robot. Ovvero, che il robot riesca sempre a seguire il percorso pianificato. Nonostante queste "forti" limitazioni, l'approccio resta ugualmente valido ed affronterà tutti i paesi di sviluppo che tipicamente si affrontano nelle simulazioni di questi problemi.

quell'indice (o la sua serie) di costo che si intende minimizzare. In maniera del tutto equivalente si può impostare il problema come uno di massimo, in cui l'indice di costo viene sostituito con uno di qualità. Definita la funzione, è necessario accompagnarla con quelli che sono i vincoli che possono riguardare area di lavoro, dinamica del ve-

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!**

+ 130.000

REGISTERED USERS

6.138

AVERAGE DAILY PAGEVIEWS (DEC2019)

824.057

2019 ANNUAL VISITORS

THE BIGGEST EMBEDDED COMMUNITY IN ITALY

CATEGORIES

COMPANIES/CONSULTANTS

53 %

ACADEMICS/STUDENTS

25 %

MAKERS/HOBBYISTS

22 %

SOCIAL CONNECTIONS

f + 83.000

in + 23.000

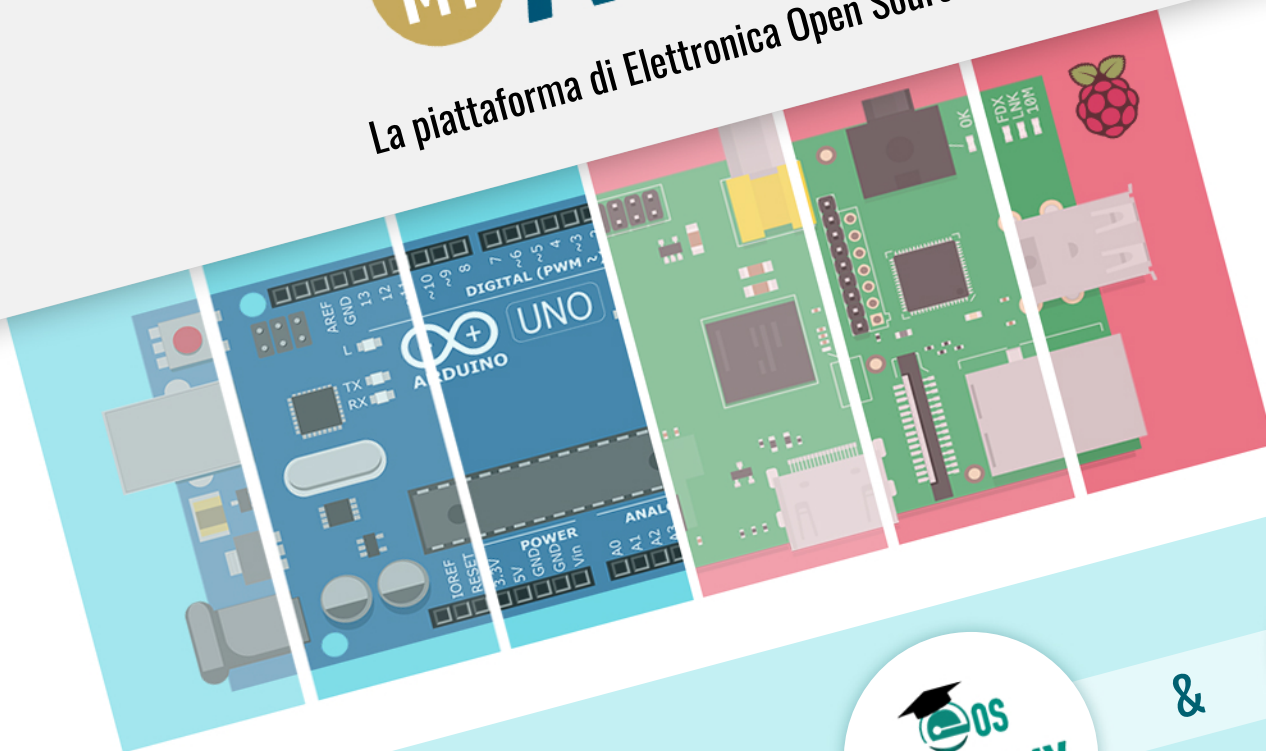


I NOSTRI CORSI DI ELETTRONICA
PER I PROFESSIONISTI
E I MAKERS



ACADEMY

La piattaforma di Elettronica Open Source dedicata ai corsi



&



PUOI AVERE TUTTI I CORSI DI

A PORTATA DI CLICK

