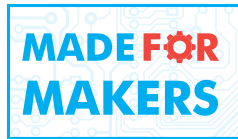


# Sensori per maker

Progetti ed esperimenti  
per misurare il mondo  
con Arduino e Raspberry Pi

**Tero Karvinen,  
Kimmo Karvinen  
& Ville Valtokari**





# Sensori per maker

**Tero Karvinen**  
**Kimmo Karvinen**  
**Ville Valtokari**



**Titolo originale:** Make: Sensors

ISBN: 978-1-449-36810-4

by Tero Karvinen, Kimmo Karvinen, and Ville Valtokari

Copyright © 2014 Tero Karvinen, Kimmo Karvinen, and Ville Valtokari. All rights reserved.

Published by Maker Media, Inc., 1005 Gravenstein Highway North, Sebastopol, CA 95472.

Cover Designers: Juliann Brown and Brian Jepson

Photographer: Kimmo Karvinen

Interior Designer: Nellie McKesson

Cover Photo: Kimmo Karvinen

Illustrators: Tero Karvinen, Kimmo Karvinen,  
and Ville Valtokari

**Edizione italiana:**

Sensori per maker

**Traduzione di:** Andrea Maietta

**Collana:**



**Editor in Chief:** Marco Aleotti

**Progetto grafico:** Roberta Venturieri

ISBN: 978-88-6895-103-0

Copyright © 2015 **LSWR Srl**

Via Spadolini, 7 - 20141 Milano (MI) - [www.edizionilswr.it](http://www.edizionilswr.it)

Finito di stampare nel mese di marzo 2015 presso "LegoDigit" Srl., Lavis (TN)

*Nessuna parte del presente libro può essere riprodotta, memorizzata in un sistema che ne permetta l'elaborazione, né trasmessa in qualsivoglia forma e con qualsivoglia mezzo elettronico o meccanico, né può essere fotocopiata, riprodotta o registrata al-  
trimenti, senza previo consenso scritto dell'editore, tranne nel caso di brevi citazioni contenute in articoli di critica o recensioni.*

*La presente pubblicazione contiene le opinioni dell'autore e ha lo scopo di fornire informazioni precise e accurate. L'elaborazione  
dei testi, anche se curata con scrupolosa attenzione, non può comportare specifiche responsabilità in capo all'autore e/o all'edi-  
tore per eventuali errori o inesattezze.*

*Nomi e marchi citati nel testo sono generalmente depositati o registrati dalle rispettive aziende. L'autore detiene i diritti per tutte le fotografie,  
i testi e le illustrazioni che compongono questo libro, salvo quando diversamente indicato.*

# Sommario

PREFAZIONE .....	9
1. RASPBERRY PI .....	21
Il Raspberry Pi da zero al primo boot .....	22
Sentirsi a casa in Linux.....	27
Collegare componenti elettronici al Raspberry Pi.....	31
GPIO senza essere root .....	39
GPIO in Python .....	41
2. ARDUINO .....	45
Installazione base di Arduino.....	46
3. DISTANZA.....	51
Esperimento: misurare la distanza con gli ultrasuoni (PING).....	52
Sensore a ultrasuoni HC-SR04.....	57
Esperimento: individuare ostacoli con gli infrarossi (sensore di distanza a infrarossi) .....	64
Esperimento: seguire il movimento con gli infrarossi (visione composita con gli infrarossi).....	69
Progetto di prova: allarme postura (Arduino).....	77
4. FUMO E GAS .....	87
Esperimento: rilevare il fumo (sensore analogico di gas).....	88
Progetto di prova: allarme di fumo via e-mail.....	98
5. TATTO.....	109
Esperimento: pulsante .....	109
Esperimento: microswitch .....	114
Esperimento: Potenziometro (resistenza variabile).....	118
Esperimento: percepire il tatto senza tatto (sensore tattile capacitivo QT113).....	123
Esperimento ambientale: percepire il tocco attraverso il legno .....	126
Esperimento: percepire la pressione (FlexiForce).....	127

Esperimento: costruitevi il vostro sensore tattile.....	130
Progetto di prova: campanello stregato.....	133
<b>6. MOVIMENTO.....</b>	<b>143</b>
Esperimento: da quale parte è l'alto? (sensore di inclinazione a sfera).....	143
Esperimento: buone vibrazioni con interrupt (sensore digitale di vibrazioni).....	146
Esperimento: ruotare la manopola.....	150
Esperimento: mini-joystick (mini-joystick analogico a due assi).....	154
Esperimento ambientale: recuperare parti da un controller Xbox.....	158
Esperimento: antifurto! (sensore passivo a infrarossi).....	160
Progetto di prova: Pong.....	166
<b>7. LUCE.....</b>	<b>179</b>
Esperimento: rilevare le fiamme (sensore di fiamma).....	179
Esperimento ambientale: precisione delle fiamme.....	183
Esperimento ambientale: una direzione.....	188
Esperimento: seguire una linea.....	190
Esperimento ambientale: nero è bianco.....	193
Esperimento: tutti i colori dell'arcobaleno.....	195
Progetto di prova: Cupola Camaleonte.....	200
<b>8. ACCELERAZIONE.....</b>	<b>219</b>
Accelerazione e velocità angolare.....	219
Esperimento: accelerare con l'MX2125.....	220
Esperimento: accelerometro e giroscopio insieme.....	226
Esperimento: trafficare con il Nunchuk della Wii (con I2C).....	243
Progetto di prova: mano robotica controllata dal Nunchuck Wii.....	250
<b>9. IDENTITÀ.....</b>	<b>257</b>
Tastierino numerico.....	258
Esperimento ambientale: rivelare le impronte digitali.....	264
Scanner per impronte digitali GT-511C3.....	265
RFID con Electronic Brick ELB149C5M.....	279
Progetto di prova: antico scrigno dal futuro.....	285
Chi o cos'è?.....	295
<b>10. ELETTRICITÀ E MAGNETISMO.....</b>	<b>297</b>
Esperimento: tensione e corrente.....	297
Esperimento: è magnetico?.....	302
Esperimento: nord magnetico con la bussola accelerometro LSM303.....	306
Esperimento: interruttore a effetto Hall.....	319
Progetto di prova: monitor web per celle solari.....	322
E poi?.....	331

11. SUONO.....	333
Esperimento: sentire voci / livelli di volume .....	333
Esperimento ambientale: si può sentire uno spillo che cade? .....	336
Progetto di prova: vedere il suono su HDMI .....	337
E poi? .....	344
112 TEMPO E CLIMA .....	345
Esperimento: fa caldo qui dentro? .....	345
Esperimento ambientale: cambiare la temperatura .....	349
Esperimento: è umido qui dentro? .....	350
Pressione atmosferica: GY65.....	357
Esperimento: la vostra pianta ha bisogno di acqua? (costruite un sensore di umidità per il suolo) .....	367
Progetto di prova: previsioni meteo su carta elettronica .....	371
Esperimento ambientale: guarda mamma, niente alimentazione .....	379
Salvare immagini in file header .....	380
Consigli per il contenitore .....	383
APPENDICE - GUIDA RAPIDA DI RIFERIMENTO PER LINUX SU RASPBERRY PI .....	387
INDICE ANALITICO .....	389





# Prefazione

Benvenuti a *Sensori per maker*. Presto costruirete gadget in grado di rilevare qualsiasi cosa - dai gas pericolosi alle accelerazioni. In questo libro userete i sensori per misurare il mondo fisico, rappresenterete il risultato con un valore numerico, e intraprenderete alcune azioni sulla base di tale valore.

Per esempio, un sensore potrebbe misurare calore, pressione, luce o accelerazione e riportare un valore come 22 °C, 1015 millibar, presenza di luce, o accelerazione di 2,3 g (nel caso della luce, notate come abbiamo rappresentato il valore come un Boolean o valore si/no e non come una quantità numerica; vedrete più avanti altri esempi simili).

Una scheda con microcontrollore è il cervello del robot, sistema o gadget che state costruendo. Scriverete il vostro software per far funzionare il microcontrollerore. In questo libro, lavorerete con due schede molto popolari: Arduino e Rasperry Pi. Entrambe rendono semplice la scrittura del codice per lavorare con l'elettronica.

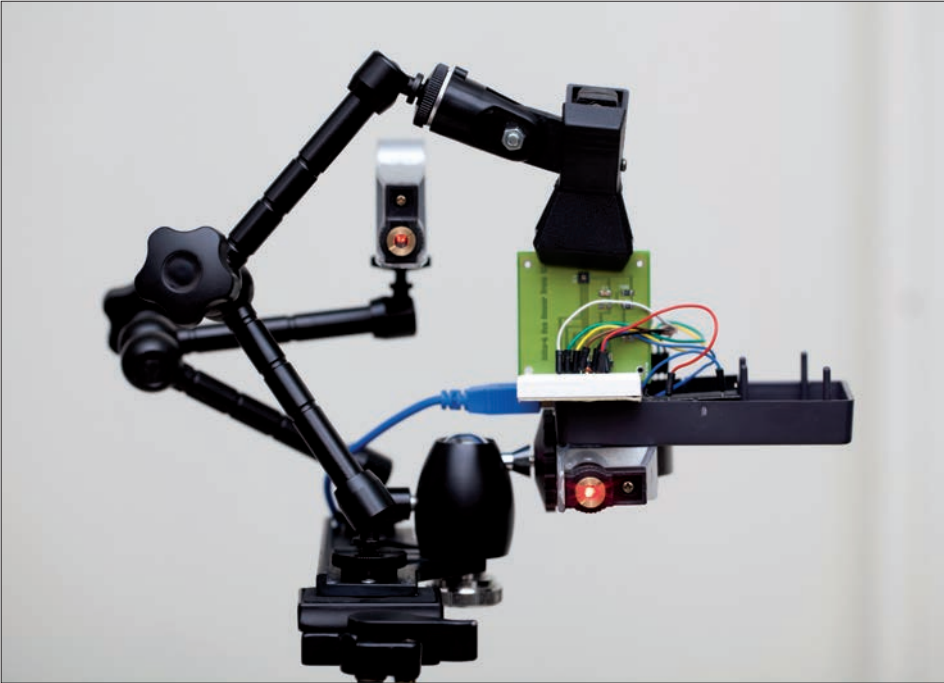
## Sono le vostre idee

Se il vostro interesse per l'elettronica è cominciato con il desiderio di imparare rapidamente alcune basi e poi passare a progettare il vostro robot, gadget o progetto, siete nel posto giusto. Questo libro vi mostrerà come passare dall'idea alla realtà molto velocemente.

La teoria, le abilità e le basi sono utili - purché siano a disposizione della vostra creatività. Sentitevi liberi di sperimentare con le vostre idee, e abbiate il coraggio di pubblicare i vostri risultati sul Web.

Ogni capitolo presenta un mini progetto per mostrare come potete combinare diverse tecnologie. Per esempio, costruirete una scatola di legno che si apre con le impronte digitali e una cupola luminosa che cambia colore. Sono piccoli progetti, ma anche buoni punti di partenza per le cose che voi stessi inventerete più avanti.

Le abilità che imparate con Arduino sono facilmente applicabili a progetti reali. Per esempio, abbiamo usato Arduino per costruire il prototipo di sensore per il sole per il primo satellite finlandese (figura P.1).



**Figura P.1** - La Finlandia lancia il suo primo satellite nel 2014. Abbiamo progettato e costruito il prototipo del sensore per il sole con Arduino.

## Come leggere questo libro

Invece di spendere ore con i datasheet dei componenti, potete semplicemente scegliere un sensore e usare i diagrammi per le breadboard e il codice già pronti. Potete usare i sensori come blocchi per costruire il vostro progetto, ma, al contrario dei kit di costruzione come Meccano o LEGO. Le possibilità con Arduino e il Raspberry Pi sono virtualmente infinite.

Se sapete quello che volete misurare, potete facilmente trovare il sensore adatto. Il libro è organizzato sulla base dei fenomeni che potete misurare:

- Distanze (Capitolo 3)
- Fumo e gas (Capitolo 4)
- Contatto (Capitolo 5)
- Movimento (Capitolo 6)
- Luce (Capitolo 7)
- Accelerazione e momento angolare (Capitolo 8)
- Identità (Capitolo 9)
- Elettricità (Capitolo 10)
- Suono (Capitolo 11)
- Tempo atmosferico e clima (Capitolo 12)

Potete usare *Sensori per maker* come libro da tavolo per maker: sfogliatelo per avere un'idea di ciò che è disponibile, e cercate ispirazione per nuovi progetti.

Se volete comprendere come i sensori siano connessi ad Arduino e Raspberry Pi, apprezzerete le spiegazioni approfondite. Tutti gli esempi di codice sui sensori sono completi ed esaustivi, e mostrano in dettaglio le interazioni con il sensore. Capire i sensori nel libro vi aiuta ad applicare le vostre abilità anche ai nuovi sensori, compresi quelli che ancora non sono sul mercato.

Quando abbiamo scelto i sensori per voi, abbiamo selezionato una varietà di sensori utili e interessanti. Non abbiamo solo scelto quelli semplici o quelli difficili. Questo significa che vedrete soluzioni che risolvono un'ampia gamma di problemi che si affrontano quando si devono collegare sensori ad Arduino o al Raspberry Pi.

In ogni capitolo troverete esperimenti, esperimenti ambientali e un progetto di prova:

1. Gli esperimenti vi danno una rapida guida su come usare un singolo sensore con Arduino e Raspberry Pi. Potete facilmente usarli come base per i vostri progetti o semplicemente per vedere come funziona il sensore.
2. Gli esperimenti ambientali vi permettono di giocare con i sensori e monitorare i cambiamenti nell'ambiente circostante. Questo vi dà un'idea precisa di come i sensori percepiscano il mondo e come effettivamente funzionino.
3. I sensori sono più divertenti quando fate effettivamente qualcosa con i valori che vi restituiscono. Nei progetti di prova costruirete un dispositivo o gadget basato su un sensore. Imparerete a usare diversi output come LED RGB, carta elettronica e servo motori. I progetti di prova funzionano anche come rapido punto di partenza per le vostre innovazioni.

## Input, elaborazione, output

Ogni robot o gadget che costruirete deve gestire tre cose: *input*, *elaborazione* dei dati e *output*.

1. Visto che la maggior parte dei dispositivi che costruirete non avranno una tastiera o un mouse, i sensori saranno i vostri input. Date una rapida occhiata all'indice, e ricordatevi che questa è solo una piccola parte di quello che abbiamo a disposizione. Ci sono moltissimi sensori per misurare praticamente qualsiasi cosa possiate immaginare.
2. L'elaborazione dei dati ha luogo nel vostro programma, che gira su Arduino o Raspberry Pi. Siete voi, nel programma, a decidere cosa deve succedere.
3. L'output ha un effetto sul mondo fisico intorno al dispositivo. Potete accendere un LED, muovere un servo motore, o riprodurre un suono. Questi sono i tre tipi di output più comuni, ma ce ne sono altri (ad esempio, retroazioni aptiche come le vibrazioni, scrivere qualcosa sulla carta elettronica, o accendere un elettrodomestico).

## Protocolli

Un *protocollo* definisce come un sensore deve parlare alla scheda, ad esempio Arduino o Raspberry Pi. Il protocollo definisce come devono essere collegati i cavi e come il codice dovrebbe ottenere una misurazione.

Anche se c'è un numero impressionante di sensori differenti, i protocolli popolari non sono molti. Imparerete a conoscere ciascuno di questi protocolli lavorando agli esperimenti e ai progetti, ma ecco una panoramica di quello che vedrete.

Trovate una panoramica dei protocolli comuni per i sensori nella Tabella P.1.

### *Resistenza digitale*

Alcuni sensori lavorano come un pulsante e hanno due stati, acceso o spento. Questi sensori sono facili da leggere. Si ha lo stato "acceso" quando una differenza di potenziale riferita come *HIGH* è applicata al pin di ingresso del microcontrollore. Il valore di questa differenza di potenziale è normalmente di 3,3 o 5 volt, a seconda del tipo di scheda che state usando.

### *Sensori analogici resistivi*

I sensori analogici resistivi cambiano la propria resistenza in risposta a una modifica nel mondo fisico (ad esempio girare la manopola di un potenziometro).

Arduino e Raspberry Pi misurano la variazione di resistenza misurando la tensione rilevata ai capi del sensore. Per esempio, si può girare un potenziometro per aumentarne o diminuirne la resistenza. Questi sensori analogici resistivi sono molto facili da usare con Arduino. Raspberry Pi ha bisogno di un chip esterno per misurare valori analogici. Imparerete a usare il convertitore analogico-digitale MCP3002 con Raspberry Pi in "Esperimento: seguire il movimento con gli infrarossi (visione composita con gli infrarossi)". La maggior parte degli input analogici riportano il loro valore utilizzando la resistenza, quindi sono sensori analogici resistivi.

### *Ampiezza dell'impulso*

Alcuni sensori riportano il loro valore con un'ampiezza d'impulso, o il periodo di tempo in cui al pin si legge un valore *HIGH*. Per leggere la durata dell'impulso si usano le funzioni `pulseIn()` o `gpio.PulseInHigh()`. Visto che la lettura è gestita da queste funzioni, non avrete bisogno di scendere nel dettaglio del funzionamento dei microcontrollori, come la gestione degli *interrupt*; c'è una libreria apposta che se ne occupa.

### *Porta seriale*

Una *porta seriale* manda caratteri testuali tra due dispositivi. È la stessa tecnica usata dal vostro computer quando comunica con Arduino attraverso una porta USB. Avrete occasione di familiarizzare con la porta seriale mandando messaggi al monitor seriale di Arduino in diversi progetti.

### *I2C*

I2C è un protocollo standard diffuso a livello industriale. Si trova comunemente all'interno dei computer ed è ben conosciuto per i joystick Nunchuck della Wii. I2C permette di collegare 128 dispositivi agli stessi cavi. In *Sensori per maker* troverete circuiti e codice già pronti per due sensori che usano I2C.

*SPI*

SPI è un altro protocollo standard. Utilizzerete con facilità il codice in questo libro per usare un convertitore analogico-digitale su Raspberry Pi. Creare il vostro codice da zero per un nuovo dispositivo utilizzando SPI richiederà un lavoro maggiore.

*Bit-banging*

A volte, un sensore è tanto inusuale da non permetterci di utilizzare un protocollo standard. In questi casi, dovrete inventarvi il codice necessario per parlare con il sensore. Questa operazione è spesso chiamata *bit-banging* (vagamente traducibile con “sbatacchiamento dei bit”) perché vi troverete a manipolare i segnali dal sensore, spesso a livello di bit. Ne vedrete un esempio più avanti nel libro nella sezione “Esperimento: è umido qui dentro?”.

A mano a mano che giocate con i sensori diventerete sempre più familiari con questi protocolli. O, se avete fretta di utilizzare nuovi sensori nei vostri robot e dispositivi innovativi, potete semplicemente usare il codice che trovate nel libro e approfondire i dettagli in un secondo momento.

**Tabella P.1 - Protocolli per i sensori, ordinati per difficoltà crescente.**

Protocollo	Valore di esempio	Arduino	Raspberry Pi Python	Sensori di esempio
Resistenza digitale	1 o 0	digitalRead()	botbook_gpio.read()	Pulsanti, interruttori con sensori IR, sensori di inclinazione, sensori di movimento a infrarossi
Resistenza analogica	5%, 10%, 23 C	analogRead()	botbook_mcp3002.readAnalog(), chip	Potenziometro, fotoresistenza, rilevatore di alcol MQ-3, rilevatori di gas MQ X (fumo, idrocarburi, anidride carbonosa, ...), sensore di pressione FlexiForce, sensore di fiamma KY-026, sensore di colore HDJD-S822-QR999, sensore di temperatura LM35, sensore di umidità del suolo
Lunghezza di impulso	20 millisecondi	pulseIn()	gpio.pulseInHigh()	Sensori di distanza ultrasonici Ping e HC-SR04, sensore di accelerazione MX2125
Porta seriale	A9B3C5B3C5	Serial.read()	pySerial.read()	Scanner di impronte digitali GT-511C3, rilevatore di identità ELB149C5M RFID
I2C	(2.11 g, 0.0 g, 0.1 g), valori molto precisi	Wire.h	smbus	Wii Nunchuk, combinazione di accelerometro e giroscopio MPU 6050, sensore di pressione atmosferica GY65

Protocollo	Valore di esempio	Arduino	Raspberry Pi Python	Sensori di esempio
SPI	57 gradi, valori molto precisi	Bit-banging	spidev	Convertitore analogico-digitale MCP3002
Bit codificati in impulsi molto corti	53%	Bit-banging	Bit-banging	Sensore di umidità DHT11

## Fare le cose a modo vostro

La maggior parte degli utenti non troverà irresistibile giocare con componenti e schede elettroniche scarnamente collegati. Dare un aspetto attraente al vostro dispositivo o robot fa una grande differenza.

Questo libro vi dà un esempio per ciascun progetto, ma non c'è bisogno di seguire pedissequamente le nostre istruzioni. Provate diversi materiali e usate strumenti differenti.

Perché non usare il cartone (Figura P.2), tessuti (Figura P.3) o la stampa 3D (Figura P.4)?



**Figura P.2** - Un modello di cartone. Foto di Ars Elettronica in Linz (non fatto da noi).



**Figura P.3** - Un robot in tessuto. Foto di Ars Elettronica in Linz (non fatto da noi).



**Figura P.4** - Bender in 3D. Foto di Ars Elettronica in Linz (non fatto da noi).

Provare e imparare nuove tecniche rende il processo più interessante, ad esempio inframezzando alle saldature dei circuiti l'uso di una saldatrice o la creazione di oggetti di argilla.



**Figura P.5** - Un modello di base per la testa di un animatrone-gorilla e un rivestimento in lattice derivato dal modello.

Nei nostri progetti usiamo anche molti materiali riciclati. Ovviamente sono economici (gratis!) ma danno a un progetto anche quel tocco di unicità.

## Acquistare i componenti

Se avete bisogno di acquistare componenti di qualità senza problemi, scegliete un rivenditore conosciuto, preferibilmente nel mondo occidentale. Se volete componenti economici cercate in Asia.

I rivenditori di qualità specializzati per i maker includono Maker Shed, SparkFun, Parallax e Adafruit. MakerShed è il negozio dell'editore della versione originale di questo libro. SparkFun vende molte breakout board, in cui dovreste saldare i pin. Parallax ha creato Basic Stamp, la generazione precedente di schede di prototipazione per maker. Adafruit vende moltissimi componenti, molti dei quali progettati da loro stessi. I siti web di SparkFun e Adafruit contengono molte informazioni sui componenti che rivendono, e anche alcuni tutorial.

In questi giorni, anche grandi distributori come Element14 e RS Components sono entrati nel mercato dei Maker. Trovare parti nel loro immenso catalogo sta diventando più semplice, anche perché hanno cominciato a prevedere sezioni ben definite per Arduino e Raspberry Pi.

Per alcuni parti speciali, e a volte per i prezzi molto convenienti, l'Asia può essere la scelta migliore. Al momento è molto popolare DealExtreme (<http://dx.com>). Consegna con lentezza e la qualità varia, ma i prezzi sono bassi e l'assortimento è ampio. AliExpress (<http://www.aliexpress.com>) è un altro rivenditore asiatico che vale la pena di controllare.



## Convenzioni utilizzate in questo libro

In questo libro si usano le seguenti convenzioni tipografiche:

### Corsivo

Indica nuovi termini, indirizzi di posta elettronica, nomi di file e di estensioni di file.

### Carattere a spaziatura fissa

Usato per il codice e, all'interno del testo, per indicare parti di programma come nomi di variabili o funzioni, database, tipi di dato, variabili d'ambiente, dichiarazioni e parole chiave.

### Carattere a spaziatura fissa grassetto

Mostra comandi o altro testo che dovrebbe essere digitato letteralmente dall'utente

### Carattere a spaziatura fissa corsivo

Mostra il testo che dovrebbe essere sostituito con valori inseriti dall'utente o determinati dal contesto.

Questo box indica un suggerimento, avviso, o nota generale.

## Usare il codice di esempio

Potete scaricare tutti i sorgenti di questo libro all'indirizzo:

<http://makesensors.botbook.com>.

Potete scompattare il file ZIP facendoci un doppio clic, o facendo un clic con il tasto destro e selezionando la voce "Estrai" dal menu a comparsa.

Questo libro vuole aiutarvi a far funzionare le cose. In generale, avete il permesso di usare il codice di questo libro nei vostri programmi e nella vostra documentazione. Non avete bisogno di contattarci per chiedere permessi, a meno che intendiate riprodurre una porzione significativa del codice. Vendere o distribuire un CD-ROM con gli esempi dai libri MAKE richiede un'autorizzazione esplicita. Rispondere a una domanda citando questo libro e riportando esempi di codice non richiede permessi. Incorporare una quantità significativa di codice di esempio da questo libro nella documentazione di vostri prodotti richiede un'autorizzazione esplicita.

Appreziamo, ma non richiediamo, l'attribuzione. Un'attribuzione di solito include il titolo, l'autore, l'editore e l'ISBN. Per esempio: "Make: Sensors di Tero Karvinen, Kimmo Karvinen e Ville Valtokari Copyright 2014 Tero Karvinen, Kimmo Karvinen e Ville Valtokari, 978-1-449-36810-4 (tr. it. *Sensori per maker*, ISBN 978-8-868-95103-0)".

Se ritenete che l'uso che intendete fare del codice di esempio non ricada negli usi autorizzati che abbiamo presentato, contattateci pure all'indirizzo di posta elettronica [bookpermissions@makermedia.com](mailto:bookpermissions@makermedia.com).

## Safari® Books Online

*Safari Books Online* è una libreria digitale su richiesta che mette a disposizione contenuti per esperti sotto forma di libri o video creati dagli autori leader a livello mondiale nei campi della tecnologia e del business. Professionisti, sviluppatori, web designer e creativi usano Safari Books Online come risorsa primaria per le ricerche, la risoluzione dei problemi, per imparare e per le certificazioni.

Safari Books Online offre un'ampia gamma di pacchetti e programmi a prezzi speciali per le organizzazioni, le agenzie governative e gli individui. Gli abbonati hanno accesso a migliaia di libri, video, e manoscritti in fase di creazione in un database completamente ricercabile da editori come O'Reilly Media, Prentice Hall Professional, Addison-Wesley Professional, Microsoft Press, Sams, Que, Peachpit Press, Focal Press, Cisco Press, John Wiley & Sons, Syngress, Morgan Kaufmann, IBM Redbooks, Packt, Adobe Press, FT Press, Apress, Manning, New Riders, McGraw-Hill, Jones & Bartlett, Course Technology e molti altri. Per ulteriori informazioni su Safari Books Online, visitateci online.

Maker Media ha caricato questo libro sul servizio Safari Books Online. Per ottenere un accesso digitale completo a questo libro e altri su argomenti simili di MAKE e altri editori, registratevi gratuitamente a <http://safaribooksonline.com>.

## Come contattarci

Potete inviare commenti e domande su questo libro all'editore:

MAKE  
1005 Gravenstein Highway North  
Sebastopol, CA 95472  
800-998-9938 (dagli Stati Uniti o dal Canada)  
707-829-0515 (chiamate internazionali o locali)  
707-829-0104 (fax)

MAKE unisce, ispira, informa e diverte una comunità sempre crescente di persone piene di risorse che intraprendono progetti stupefacenti nei loro cortili, cantine e garage. MAKE celebra il vostro diritto a fare modifiche, migliorare e adattare ogni tecnologia alla vostra volontà. Il pubblico di MAKE continua a dare vita a una cultura crescente e a una comunità che crede nel migliorare noi stessi, il nostro ambiente, il nostro sistema educativo - il mondo intero. È molto più di un pubblico, è un movimento a livello mondiale che Make sta guidando - lo chiamiamo il Movimento dei Maker.

Per ulteriori informazioni su MAKE, visitateci online:

MAKE magazine: <http://makezine.com/makezine>

Maker Faire: <http://makerfaire.com>

Makezine.com: <http://makezine.com>

Maker Shed: <http://makershed.com>

Abbiamo una pagina web per questo libro, in cui elenchiamo errori, esempi e altre informazioni. Potete raggiungere questa pagina a:

<http://bit.ly/make-sensors>

Per commentare o fare domande tecniche sul libro, scrivete a:

[bookquestion@oreilly.com](mailto:bookquestion@oreilly.com)

## **Ringraziamenti**

Gli autori vorrebbero ringraziare Hipsu, Marianna, Nina, Paavo Leinonen e Valtteri.