Selvicoltura di precisione
concetti teorici e applicazioni pratiche

«Cavallettamento elettronico open source»

Centro di ricerca Ingegneria e Trasformazioni agroalimentari (CREA-IT) - Monterotondo

Dott. Simone Figorilli: simone.figorilli@crea.gov.it **Dott. Emanuele Presutti Saba**: emanuele.presuttisaba@crea.gov.it **Francesco Tocci**: francesco.tocci@crea.gov.it **Simone Vasta** : simone.vasta@crea.gov.it

15/09/2023

{ ~ Introduzione ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico

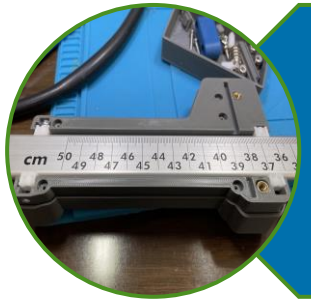
Realizzazione di un cavalletto forestale elettronico, concepito in un' ottica ***retrofit.*** Le scelte tecnologie adottate e le funzionalità implementate sono concepite per un uso semplificato all'utente finale.

Aspetti tecnologici

Meccanica
Elettronica
Software embedded
Funzionalità dello strumento
Accessibilità pubblica

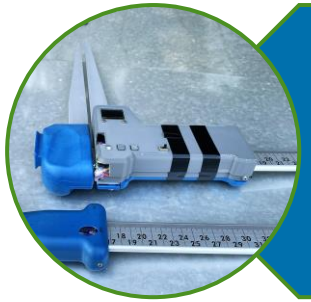
{ ~ Meccanica dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico



Approccio retrofit su cavalletto esistente di marca **Haglof**. Il modello 3D è realizzato sulla base della parte superiore a sostituzione parziale del manico.

Il posizionamento sensore laser di distanza è stato scelto per ridurre al minimo le possibili interferenze fisiche dovute all'intralcio di vegetazione presente sugli alberi.



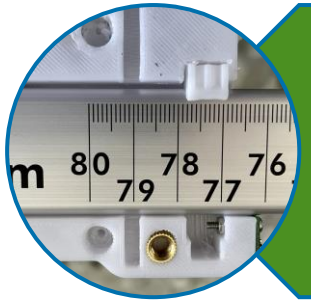
La prima versione del manico retrofit: aveva un primo accenno di ergonomia, ma non era ancora allo stato dell'arte.

{ ~ Meccanica dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico

Dopo il primo test in campo eseguito al CREA di Casalotti sono state apportate numerose modifiche per migliorare l'ergonomia, con la riorganizzazione dei tasti funzione.

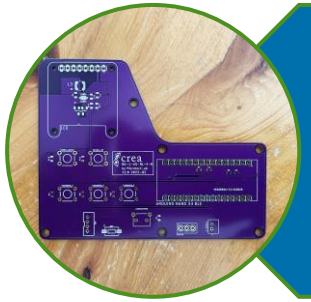
Il materiale scelto per la stampa 3D è il PETG in quanto decisamente il più adatto a sopportare alte temperature di esercizio e sole diretto.



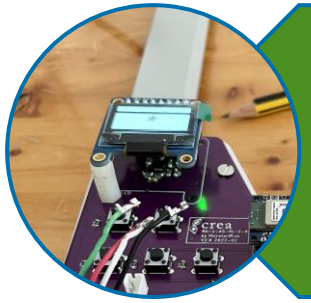
Sono state utilizzate tecniche di stampa e disegno particolari ad esempio per accomodare gli inserti in ottone filettato e gli slot per spessori in teflon utilizzati per lo scorrimento sul metallo.

{ ~ Elettronica dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico



La scheda è stata sagomata sulla base del file CAD 3D per avere una forma ideale tale da entrare con precisione all'interno del case in plastica.

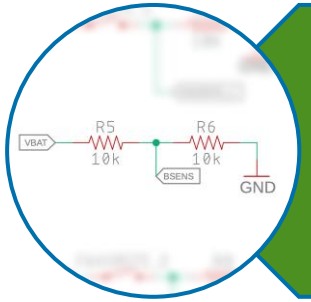


L'LCD è stato posizionato in alto e ben lontano dall'impugnatura per consentire sempre una visione ottimale dei parametri mostrati.

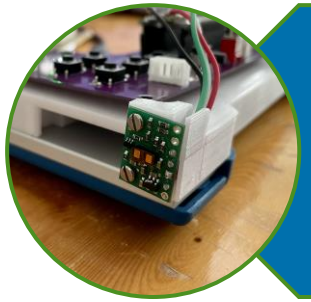
Il numero e la posizione dei tasti funzione sono stati concepiti durante i test in campo per poi inserirli durante lo sviluppo del PCB.

{ ~ Elettronica dello strumento ~ }

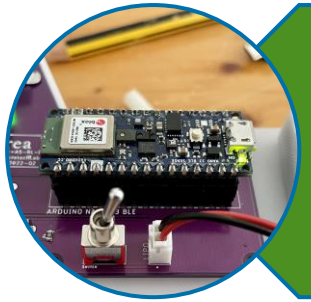
Cavalletto dendrometrico elettronico



Il PCB è stato progettato attraverso una software CAD per circuiti elettronici, realizzando lo schema di circuitazione per poi stamparlo attraverso servizi esterni specifici.



È stato scelto un sensore ToF (Time of Flight) basato su tecnologia laser perché ha un fattore di forma molto compatto e fornisce una buona precisione su un ampio spettro di misura (da 10 a 400cm circa).



È stata scelta una Arduino Nano 33 BLE Sense perché dotata di chip Bluetooth BLE, accelerometro, microfono MEMS e molti altri sensori già a bordo.

{ ~ Software dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico

Per lo scambio di dati necessario tra lo strumento e l'app su smartphone è stato impiegato il protocollo di comunicazione GATT caratteristico della tecnologia Bluetooth BLE (Low Energy).

Questo standard consente di scambiare informazioni in modo rapido, con possibilità di notifica e in maniera efficiente dal punto di vista energetico.

Lo strumento è il master con il compito di gestire le variabili che vengono aggiornate mano a mano.

Il dispositivo slave (telefono nel nostro caso) va ad interrogare questi registri per accedere alle informazioni (e viceversa).

Bluetooth®

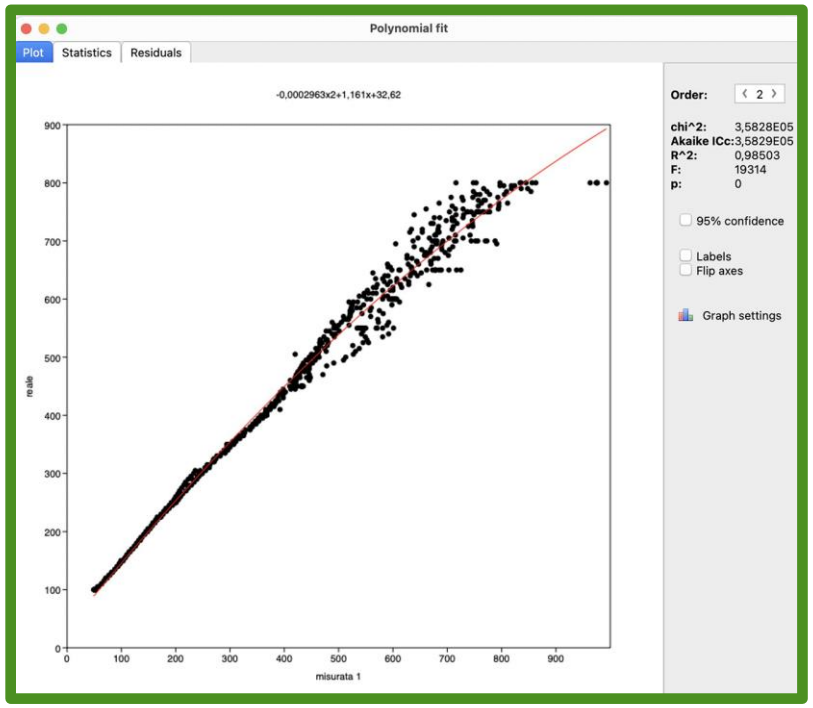
Bluetooth® Low Energy

ARDUINO OPEN-SOURCE COMMUNITY

C/C++

{ ~ Software dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico



La lettura del sensore laser ToF viene interpretata attraverso un processo di curve fitting.

Per creare il modello di fitting polinomiale di secondo grado è stato creato un database di misure grezze usando un particolare schema.

L'errore è di 1 cm circa, il range di misurazione va da 10 a 80 cm circa.

La funzione di trasferimento è stata creata utilizzando Past4 e ha restituito un R^2 di 0.98.

Bluetooth®

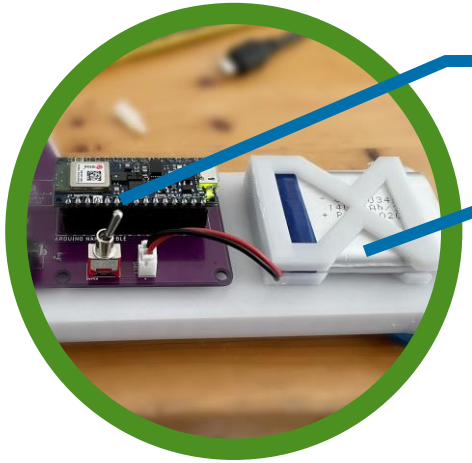
Bluetooth® Low Energy

ARDUINO OPEN-SOURCE COMMUNITY

C/C++

{ ~ Funzionalità dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico



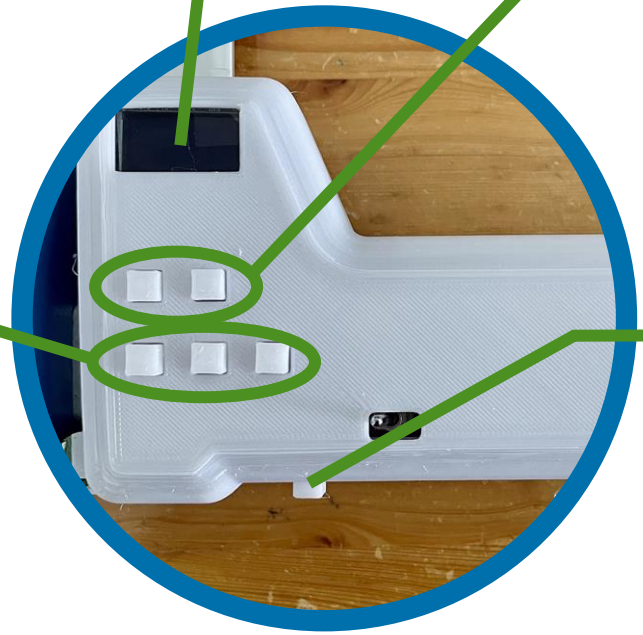
Interruttore a levetta
accende e spegne il sistema.

Batteria LiPo
- 3.7 volts
- 900 mAh.

Display
visualizza lo stato e le informazioni della sessione di lavoro corrente

Pulsanti GIU'/SU'
Permettono lo scorrimento della lista delle specie (impostate nell'app).

Pulsanti preferiti
Selezionare le prime tre specie presenti nella lista (da sinistra a destra 1° 2° 3°).



Pulsante acquisizione
invia la misura e altri dati allo smartphone.

{ ~ Funzionalità dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico

Schermata principale:

”DIST:” mostra la distanza dell’ultima misura presa.

”COUNT:” mostra il progressivo dell’ultima misura presa.

”TYPE:” mostra la specie attuale selezionata.

Schermata SND

”S1” mostra la specie attuale salvata

”80cm” mostra la distanza della misura attuale

”#45” mostra il COUNT attuale

{ ~ Accessibilità dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico

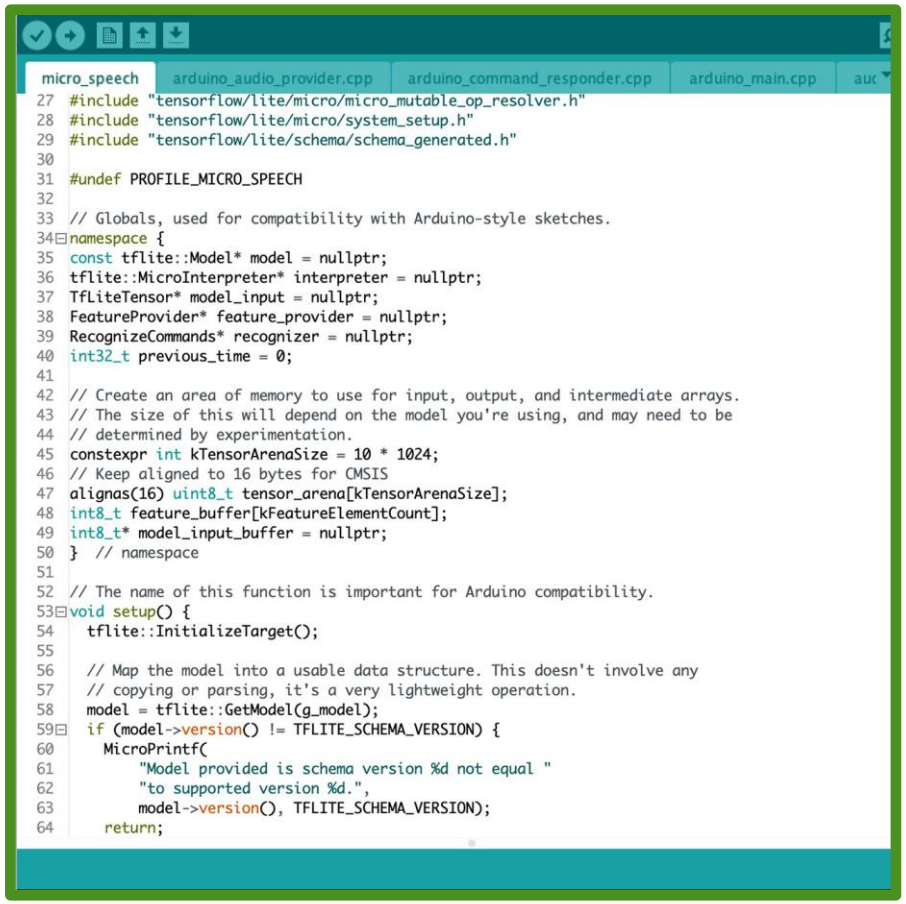
Tutto il materiale necessario per replicare lo strumento, ad esclusione del cavalletto forestale di base, è in corso di pubblicazione su una rivista specializzata.

Saranno presenti tutti i riferimenti e le indicazioni riguardanti hardware e software, ovvero: firmware Arduino, file gerber per la stampa del PCB, lista materiali totale, file STL per la stampa 3D di tutte le parti.

Il costo medio – riferito solo all'hardware – dello strumento, escluso il cavalletto di base è di circa 150€.

{ ~ Sviluppi futuri dello strumento ~ }

Cavalletto dendrometrico elettronico



Al momento è in fase di sviluppo l'aggiunta del riconoscimento vocale, in sostituzione dei tasti, per la gestione della specie nei rilievi polispecifici.

Il sistema sarà basato su TF Lite (TensorFlow) che ha messo a disposizione un toolbox per lo sviluppo e utilizzo su microcontrollori.

È stato collezionato un dataset di tracce audio contenenti i nomi delle specie interessate.

La scheda Arduino ha in dotazione un microfono MEMS (Micro Electro-Mechanical Systems) utilizzabile per questo scopo.

Grazie per l'attenzione

"Selvicoltura di precisione concetti teorici e applicazioni pratiche"

«Cavallettamento elettronico open source»