DIGITAL AUTOMATION LAB
Digital District · RE

Sviluppo di un sistema embedded, per la rilevazione del colore e della torbidità dei liquidi nelle tubazioni

Lo studio ha interessato l'analisi di liquidi in pressione, in assenza di componente luminosa. **Il DAL ha sviluppato un Proof Of Concept di un sistema embedded che può essere applicato in cisterne, circuiti in pressione e tubi.**
Dopo una fase di analisi e di integrazione concettuale, si è deciso di utilizzare un sensore commerciale, particolarmente **sensibile nel rilevare la gamma di colori RGB-W.** Rileva la luce rossa, verde, blu e bianca, integrando fotodiodi.
Abbiamo prodotto, con la manifattura additiva, delle camere di misurazione di diversi colori su cui testare i sensori, per emulare le condizioni presenti in tubazioni e serbatoi.
E' stato sviluppato il firmware, che raccogliendo i dati inviati dal sensore, possa interpretarli al fine di analizzare in tempo reale e con estrema accuratezza, la colorazione e la torbidità dei liquidi.

Laboratory	DAL
Specialization Area	Meccatronica e Materiali
Contacts	Matteo Bartoli
Keyword	Sensore cromatico, rilevazione colore, RGB, colorimetri o spettrofotometri, Sensori ottici di colore e di contrasto

"Sistema ottico per l'analisi dei colori con sensore RGBW"

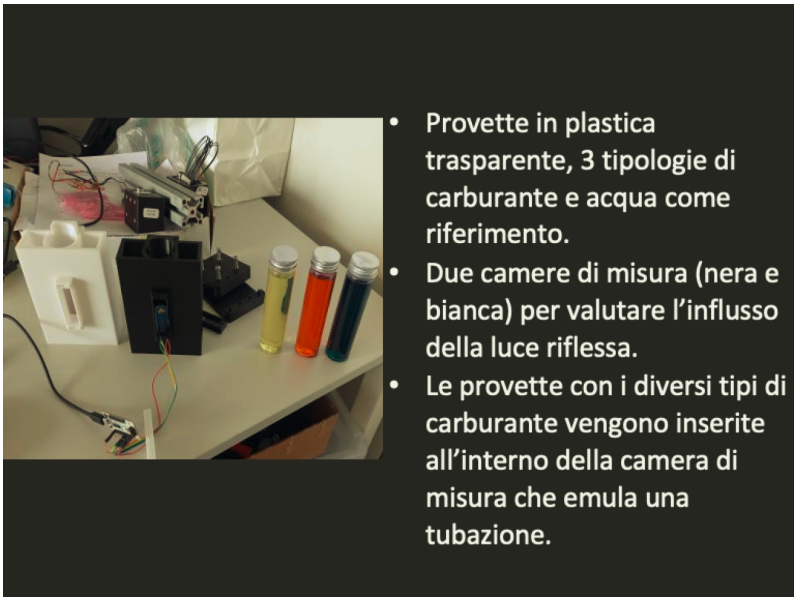
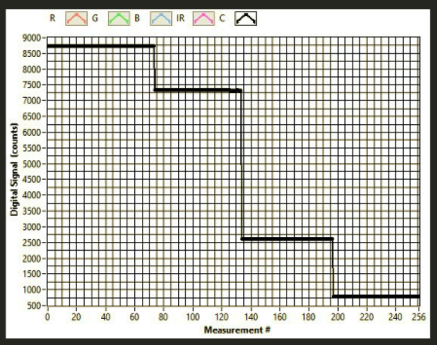


Fig. 1: Camera di misura con sensore.



- Inserite in sequenza:
1. Acqua
2. Gasolio Giallo
3. Gasolio Rosso
4. Gasolio Verde

- Discriminazione del colore netta e robusta, sia a livello dei singoli colori (R, G,B) che della quantità di luce raccolta globalmente (Clear).



Fig. 2: Risultati finali, rilevazione dei diversi colori incrociando letture R/G/B

Description

SENSORE UTILIZZATO:

E' stato scelto un sensore commerciale, RGB/ambientale avanzato, interfacciato con il protocollo I2C e progettato con tecnologia CMOS. Questo sensore di colore rileva la luce rossa, verde, blu e bianca, integrando fotodiodi, amplificatori e circuiti analogici/digitali in un singolo chip CMOS. Queste informazioni digitali RGBW possono essere utilizzate, tra l'altro, nei sistemi di controllo per monitorare e controllare attivamente una fonte luminosa. Garantisce una risposta accurata al centro di ogni banda richiesta per i canali rosso, verde e blu. Inoltre, assicura un'eccellente compensazione della temperatura, mantenendo l'uscita stabile anche con variazioni di temperatura. Le funzioni del sensore sono gestibili tramite comandi inviati tramite il bus I2C . Le dimensioni del componente sono molto compatte, misurando solamente 2.0 mm x 1.25 mm x 1.0 mm (L x W x H).
Hardware di testing creato con manifattura additiva per replicare le condizioni di funzionamento reale.
Nell'hardware è stato integrato il sensore.
Le fasi di sviluppo sono state:
- Identificazione e Formalizzazione del Problema
- Studio di Fattibilità e Ricerca Preliminare
- Selezione dei Componenti e Integrazione Concettuale
- Modellazione 3D dei componenti e simulazione
- Sviluppo dei Prototipi con additive manufacturing e validazione
- Test e analisi dati

Innovative aspects

Questa soluzione è ideale nei contesti in cui parametri quali il colore, la trasparenza e la lucentezza di un liquido, **siano indicatori rilevanti delle proprietà del prodotto oppure di problemi qualitativi.**
Tramite questo sistema è possibile monitorare in tempo reale lo stato di un liquido, rilevando anomalie o avendo misure precise di qualità.
Il DAL riesce ad integrare diversi componenti, creando sistemi flessibili che si adattano alle specifiche esigenze del committente.
E' possibile utilizzare diversi protocolli di comunicazione per interfacciare il sistema ad infrastrutture software esistenti nelle aziende, creando un **sistema IOT** per il monitoraggio in tempo reale delle caratteristiche del liquido.
Questa tecnologia permette di sostituire controlli che al momento sono effettuati solo visivamente dall'operatore. Misurando i parametri di colore, lucentezza, e torbidità all'interno delle tubazioni, le letture non sono influenzate dalla luce esterna, risultando così affidabili, precise ed accurate.
Potendo tenere traccia dell'andamento della variazione dei parametri, si riescono a tenere sotto controllo processi complessi, in luoghi distanti o difficili da monitorare.

Potential applications

Il sistema permette di essere adattato a diverse applicazioni:
- Controllo di **liquidi lubrificanti:** in una logica di manutenzione predittiva è possibile monitorare lo stato di olii lubrificanti, per valutarne il degrado. date le dimensioni ridotte del sistema e del sensore è possibile posizionarlo in posti angusti, difficili da ispezionare. Il DAL può adattare la soluzione agli specifici contesti, integrando sensori differenti e sistemi di comunicazione esterni che permettano di visualizzare i parametri anche da remoto.
- Controllo e ispezione di liquidi, anche nell'**industria alimentare**

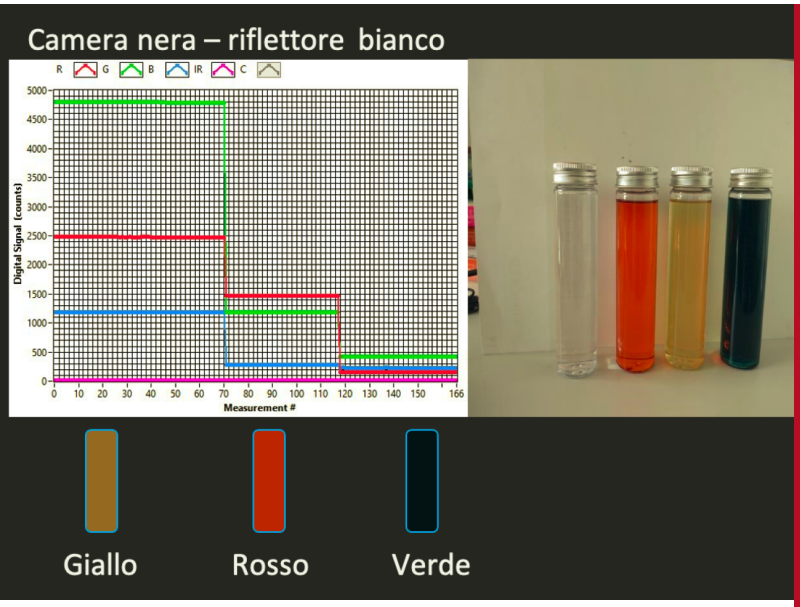


Fig. 3: Risultati misurazioni RGB su provette di colore diverso

Involved partners	Fondazione Rei e Indiotech
Implementation Time	1 mese
Technology Readiness Level	TRL 4 - tecnologia validata in laboratorio
Exploitation	Ricerca di partner aziendali e di case study per verificare gli ambiti di applicazione di questa tecnologia. Abbiamo iniziato a sondare diversi ambiti applicativi: - Rilevazione del **degrado degli oli lubrificanti** e refrigeranti nei macchinari industriali - soluzioni per prevenire anomalie di **riempimento di serbatoi** - Sistemi per **rilevare bolle d'aria, acqua e particelle metalliche negli oli**

Application example

Sistema per rilevare il colore del carburante all'interno delle tubazioni, al fine di prevenire errori nel riempimento delle cisterne.

• Sono state approntate 4 provette in plastica trasparente, 3 tipologie di carburante (di colore: Giallo, Rosso e Verde) e una di acqua, come riferimento.

• Due camere di misura (nera e bianca) per valutare l'influsso della luce riflessa

• Le provette con i diversi tipi di carburante vengono inserite all'interno della camera di misura che emula una tubazione

RISULTATI FINALI E CONSIDERAZIONI

• I colori sono rilevabili in modo distinto anche all'interno di una cavità completamente oscurata.

• L'uso di un riflettore bianco o metallico (acciaio inox AISI 430) incrementa molto la separazione della soglia che permette di discriminare i colori.

• Nel sistema finale sarà possibile inserire più sensori per una misura ridondata, inserire un sensore di temperatura e umidità per eventuali compensazioni termiche.

• Dovrà essere ingegnerizzato un sistema con oblò trasparente che affaccia sul condotto in cui passa il carburante e un riflettore in acciaio inox per rendere la misura più robusta (maggiore separazione delle componenti RGB a causa della luce riflessa).

• Nell'applicazione industriale, occorrerà implementare una ridondanza dell'hardware in modo da garantire robustezza al guasto.

DIGITAL AUTOMATION LAB

Digital District · RE

DAL

Digital Automation Lab



Il Digital Automation Lab (DAL) è un centro innovativo specializzato in tecnologie di manifattura avanzata per la Fabbrica del Futuro e l'industria 4.0. **Il DAL supporta le imprese nel miglioramento dei processi di stabilimento** attraverso tecniche di lean manufacturing, progetti di digitalizzazione e automazione e implementazione di soluzioni tecnologiche.
L'approccio "TEST BEFORE INVEST" consente alle imprese di valutare gli investimenti in tecnologie digitali di automazione e robotica. Tra i servizi offerti figurano la guida all'innovazione di processo, lo studio di fattibilità, l'analisi preliminare del ROI, la simulazione virtuale, la verifica/validazione in laboratorio fino all'implementazione nel processo produttivo.
Il DAL si concentra più fronti applicativi: Miglioramento dei processi produttivi: adottando logiche Lean Manufacturing si valuta se il processo manifatturiero è pronto per l'automazione e identifica semplificazioni e attività che non aggiungono valore; Analisi delle soluzioni tecnologiche: viene valutata la soluzione tecnologica ideale per il processo produttivo, Ricerca di soluzioni tecnologiche innovative da proporre alle aziende.
Il laboratorio DAL ospita al suo interno diverse tecnologie: **soluzioni per automazione di magazzini, AVG, AMR, cobot, esoscheletri, sistemi di visione, robot con visione industriale, sistemi di monitoraggio delle attività produttive**.
Vengono supportate start-up innovative nello sviluppo di prodotti innovativi per il manifatturiero.

Website	https://digitalautomation.dd-re.it/
Director	Andrea Parmeggiani
Published on	16/11/2023