



Consiglio Nazionale delle Ricerche  
Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni

## Tecnologie emergenti AR/VR/XR

*Antonio Francesco Gentile, Sabrina Celia, Emilio Greco, Davide Macrì*

**RT- ICAR-CS-23-09**

**Ottobre 2023**



Consiglio Nazionale delle Ricerche, Istituto di Calcolo e Reti ad Alte Prestazioni  
(ICAR)

– Sede di Cosenza, Via P. Bucci 8-9C, 87036 Rende, Italy, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

– Sezione di Napoli, Via P. Castellino 111, 80131 Napoli, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

– Sezione di Palermo, Via Ugo La Malfa, 153, 90146 Palermo, URL: [www.icar.cnr.it](http://www.icar.cnr.it)

## **Indice generale**

Introduzione .....	2
Droni aerei con termocamera e camera multispettrale.....	3
Droni terrestri quadrupedi con braccio meccanico e lidar .....	6
Strumenti di realtà estesa (RE).....	8
Visore Si-OLED per applicazioni industriali .....	9
Visore per applicazioni campo medico .....	11
Abbigliamento Intelligente per Monitoraggio Clinico.....	13
iPad con tecnologia LiDAR .....	15
Sistema EEG portatile per applicazioni di interfacciamento cervello-computer .....	17
Sensori per il monitoraggio ambientale e delle colture.....	19
Conclusioni .....	21

## **Introduzione**

La continua evoluzione delle tecnologie ha aperto nuove prospettive per la comunità scientifica, consentendo l'uso sinergico di diverse piattaforme e strumenti per ottenere informazioni dettagliate e approfondite della realtà che ci circonda.

In particolare, l'utilizzo congiunto di apparecchiature quali droni aerei e terrestri, strumenti di realtà estesa e una vasta gamma di sensori offre nuove opportunità per il monitoraggio, l'interazione e l'analisi dell'ambiente in cui operiamo in una varietà di campi applicativi anche molto eterogenei.

Questa parte di attività è incentrata sulla ricerca di sistemi per la creazione e lo sviluppo di tecnologie avanzate che sfruttano l'XR, compresi la realtà virtuale (VR), la realtà aumentata (AR) e la realtà mista (MR), per creare esperienze immersive e interattive.

Tali strumenti consentono di visualizzare dati raccolti da una vasta gamma di dispositivi, come droni, telecamere termiche e multispettrali, e sensori ambientali, fornendo opportunità significative in settori chiave come l'agricoltura intelligente, dove la raccolta di dati consente una gestione precisa delle coltivazioni, e nelle smart cities, dove l'uso dei dati può migliorare la qualità della vita dei cittadini, ad esempio, attraverso l'ottimizzazione del traffico e la gestione dell'inquinamento.

Inoltre, l'interazione uomo-macchina attraverso sensori EEG aggiunge un elemento di interazione avanzata, consentendo agli utenti di controllare e interagire con l'ambiente virtuale o i dispositivi mediante il pensiero.

Nel complesso, l'insieme di questa tecnologia, mira a migliorare l'efficienza, la sostenibilità e la qualità della vita in agricoltura e nelle città intelligenti, aprendo nuove prospettive per l'interazione tra l'essere umano e le tecnologie emergenti.

Alcuni campi applicativi e potenziali scenari d'uso delle attrezzature di cui sopra sono descritti nei prossimi paragrafi.

## **Droni aerei con termocamera e camera multispettrale**

I droni aerei dotati di termocamera e camera multispettrale sono strumenti potenti per il monitoraggio ambientale. La termocamera consente la rilevazione e la mappatura delle variazioni termiche, fornendo informazioni sulla distribuzione di calore nell'area monitorata. Ciò è particolarmente utile per il rilevamento di fughe di calore, perdite energetiche e per il monitoraggio delle condizioni di salute degli animali. La camera multispettrale, d'altra parte, può catturare immagini in diverse bande spettrali, consentendo di rilevare anomalie nella vegetazione, identificare aree di stress e ottimizzare la gestione delle colture.



Figura 1-Fonte: <https://ag.dji.com/it/mavic-3-m>

Uno dei campi applicativi è l'agricoltura di precisione.

L'agricoltura di precisione rappresenta un approccio che si basa sulla raccolta e l'analisi di dati provenienti da una varietà di sensori, tra cui quelli che catturano informazioni in modalità RGB, multispettrale, iperspettrale e termica. Questi dati, insieme a indicatori e software specializzati, vengono utilizzati per misurare, acquisire e interpretare in modo dettagliato la variazione spazio-temporale che riguarda tutti gli aspetti della produzione agricola. Questa analisi tiene conto anche dei dati ambientali relativi agli agro-ecosistemi, e gli output vengono elaborati mediante metodologie innovative.

Per eseguire rilievi aerei efficienti nell'ambito dell'agricoltura di precisione, è importante utilizzare droni appositamente progettati. Ecco alcune caratteristiche importanti per un drone di questo tipo:

1. Fotocamera RGB: Una fotocamera a colori standard (RGB) è utile per catturare immagini a colori ad alta risoluzione delle colture. Queste immagini possono essere utilizzate per scopi di monitoraggio, documentazione e riconoscimento visivo.
2. Camera multispettrale: Le telecamere multispettrali catturano immagini in bande di luce invisibili agli esseri umani, come l'infrarosso vicino (NIR) e l'infrarosso termico (IR). Queste bande di luce forniscono informazioni cruciali sulla salute delle colture, consentendo di identificare eventuali problemi prima che siano visibili ad occhio nudo. Queste informazioni

possono essere utilizzate per ottimizzare l'irrigazione, la fertilizzazione e il controllo delle malattie.

3. Stabilizzazione e precisione di volo: È importante che il drone sia dotato di sistemi di stabilizzazione avanzati e un GPS di alta precisione per garantire un volo stabile e preciso. Questo è fondamentale per catturare immagini di alta qualità.

4. Software di elaborazione dati: I dati raccolti dal drone devono essere elaborati e analizzati per estrarre informazioni utili.

5. Batteria e autonomia: L'autonomia del drone è un fattore importante, poiché determina quanto tempo può rimanere in volo e la superficie che può coprire in una singola missione. È importante avere batterie affidabili e, se possibile, una durata della batteria sufficiente per coprire l'intera area da mappare.

6. Facilità d'uso: La facilità d'uso è cruciale, soprattutto se gli operatori agricoli non sono necessariamente esperti di droni. Un'interfaccia utente intuitiva e strumenti di pianificazione di volo semplificati sono vantaggi significativi.

7. Durabilità e resistenza agli agenti atmosferici: Poiché i droni agricoli saranno esposti agli agenti atmosferici, è importante che siano costruiti per resistere a condizioni avverse come pioggia e vento.

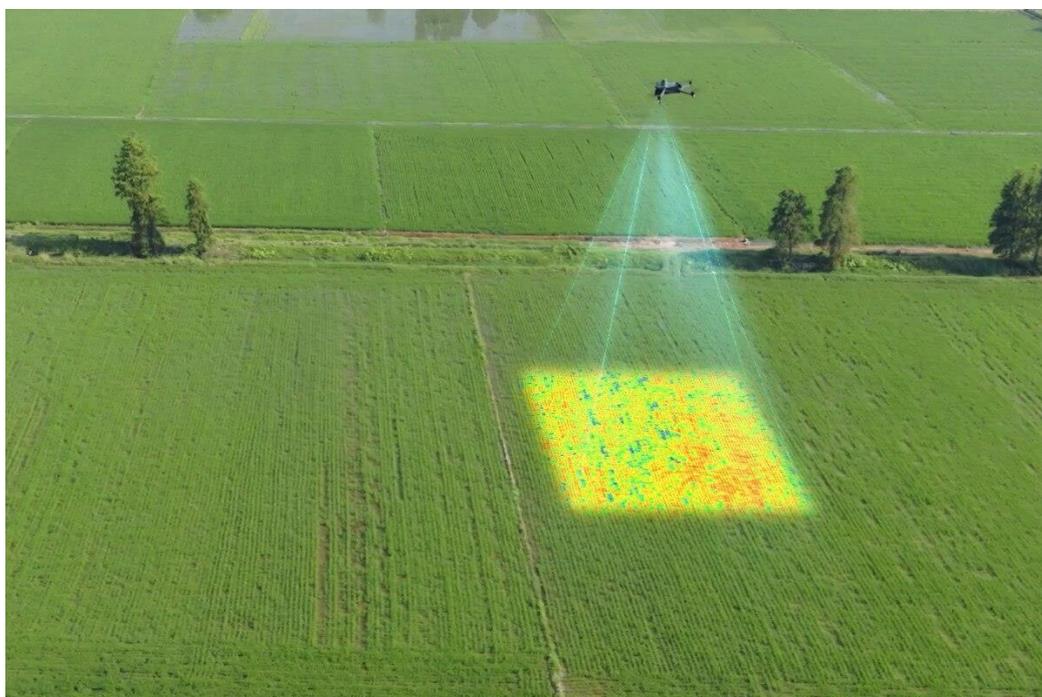


Figura 2- Fonte:<https://ag.dji.com/it/mavic-3-m>

# **Droni terrestri quadrupedi con braccio meccanico e lidar**

I droni terrestri quadrupedi, comunemente chiamati "cani robotici", possono essere dotati di un braccio meccanico e lidar (Light Detection and Ranging), un sistema di rilevamento remoto che utilizza impulsi laser per misurare distanze e creare mappe tridimensionali dell'ambiente circostante. Questi droni terrestri possono accedere a terreni difficili da raggiungere per i droni aerei e raccogliere dati dettagliati a livello del suolo. Il braccio meccanico consente loro di effettuare campionamenti, Oltre all'uso per l'agricoltura di precisione il cane robot rappresenta una soluzione innovativa per il monitoraggio e la sicurezza nei cantieri. Questo dispositivo è in grado di operare in vari tipi di terreni, compresi quelli sconnessi, e può funzionare efficacemente anche in condizioni meteo avverse. L'obiettivo principale di questa tecnologia è ridurre la necessità di spostamento delle persone all'interno dei cantieri, limitando così la loro esposizione a fattori di rischio e migliorando complessivamente la sicurezza sul luogo di lavoro.

Il cane robot è dotato di una serie di dispositivi e sensori avanzati che gli consentono di svolgere le sue funzioni in modo efficiente. Tra questi dispositivi si includono:

1. **Sensori per la Raccolta dei Dati:** Il cane robot è equipaggiato con sensori avanzati che rilevano e registrano dati cruciali sull'ambiente circostante. Questi dati includono informazioni sulla topografia, la temperatura, l'umidità, e altri parametri rilevanti per l'ambiente.
2. **Laser Scanner per la Reality Capture:** Questo dispositivo consente di eseguire scansioni in 3D estremamente dettagliate dell'ambiente di cantiere. Questa funzione è particolarmente utile per raccogliere dati dettagliati sulla forma e la struttura del sito produttivo del cantiere.
3. **Telecamere:** Il cane robot è dotato di telecamere che catturano immagini ad alta risoluzione dell'ambiente circostante. Queste immagini possono essere utilizzate per scopi di documentazione e monitoraggio.
4. **Strumenti Integrati per la Mappatura dell'Ambiente:** Il robot può creare mappe dettagliate dell'ambiente in cui opera. Queste mappe sono fondamentali per il monitoraggio e la pianificazione delle attività nel cantiere.

Il cane robot è in grado di compiere una serie di attività e funzioni che rendono il monitoraggio del cantiere più efficiente e sicuro:



*Figura 3- Fonte:<https://tech-labs.com/products/b1>*

1. Monitoraggio Autonomo: Il sistema può memorizzare i percorsi all'interno del cantiere e ripeterli in modo autonomo. Questo significa che il robot può effettuare pattugliamenti regolari senza la necessità di una supervisione costante.
2. Controllo da Remoto: Il cane robot è controllabile da remoto da parte degli operatori, il che consente una gestione flessibile e tempestiva delle attività di monitoraggio.
3. Scansione in 3D: Grazie al laser scanner, il robot è in grado di eseguire scansioni in 3D estremamente accurate dei siti produttivi del cantiere.
4. Realtà Aumentata: I dati raccolti dal cane robot possono essere immediatamente restituiti agli operatori attraverso l'uso di dispositivi di realtà aumentata, come gli smart glass. Questo

permette agli operatori di avere un'immagine chiara e dettagliata dello stato del cantiere in tempo reale.

L'uso del cane robot nei cantieri presenta diverse applicazioni potenziali:

1. Monitoraggio della Sicurezza: Il robot può rilevare potenziali pericoli e violazioni delle norme di sicurezza nei cantieri e segnalarli immediatamente agli operatori.
2. Raccolta di Dati Ambientali: La scansione in 3D e la raccolta di dati ambientali consentono una migliore pianificazione e gestione delle risorse nei cantieri.
3. Ottica BIM: La simultanea e veloce raccolta di dati è fondamentale anche nell'ambito della Modellazione delle Informazioni per la Costruzione (BIM).
4. Realizzazione di un Sito Virtuale: Attraverso la realtà aumentata, gli operatori possono accedere a un modello virtuale del cantiere, facilitando la comunicazione e la presa di decisioni.



*Figura 4- Fonte:<https://www.bimportale.com/spotwalk-robot-quadrupede-cattura-le-immagini-360-cantiere/>*

## **Strumenti di realtà estesa (RE)**

Gli strumenti di realtà estesa, come guanti, visori e tute aptiche, consentono agli operatori di interagire con l'ambiente virtuale o reale in modo più immersivo e intuitivo. Questi strumenti possono essere

utilizzati per analizzare i dati raccolti dai droni e dai sensori, consentendo agli operatori di visualizzare e manipolare le informazioni in tempo reale. Ad esempio, attraverso visori immersivi, gli operatori possono esaminare da vicino le immagini multispettrali delle colture e identificare eventuali anomalie o malattie in modo più accurato.



Figura 5- Fonte: [www.dronezine.it/32276/epson-dji-propongono-smartglass-anche-droni/](http://www.dronezine.it/32276/epson-dji-propongono-smartglass-anche-droni/)

La nostra scelta è ricaduta su due tipi di dispositivi. Il primo più incline ad applicazioni di telecontrollo ed il secondo per applicazioni nel campo medico.

## Visore Si-OLED per applicazioni industriali

Il visore trasparente ad alta risoluzione con tecnologia First Person View (FPV) rappresenta una notevole evoluzione nella tecnologia indossabile, offrendo una straordinaria esperienza di visione in prima persona (First Person View o FPV). Questo dispositivo è stato progettato per consentire agli utenti di visualizzare in diretta il video trasmesso da un drone in alta definizione (HD) mentre simultaneamente mantengono la piena consapevolezza del loro ambiente circostante. Questo visore sfrutta avanzate tecnologie quali la microtecnologia Si-OLED e offre un elevato rapporto di contrasto, garantendo così un'esperienza coinvolgente e nitida, sia nella visione di contenuti digitali che nella realtà aumentata.

Le sue caratteristiche principali sono:

1. **Alta Risoluzione e Trasparenza:** Il visore trasparente si distingue per la sua eccezionale risoluzione, consentendo agli utenti di godere di video HD in tempo reale provenienti da un drone. L'area di visualizzazione inutilizzata non interferisce con la visione, e questo è reso possibile grazie alla microtecnologia Si-OLED. La trasparenza è tale da consentire una visione chiara e non intrusiva dell'ambiente circostante.

2. Elevato Rapporto di Contrasto: Con un rapporto di contrasto di 100.000:1, questo visore offre una fusione impeccabile tra i contenuti digitali proiettati e il mondo reale. Ciò significa che le immagini appaiono vivide, i colori sono intensi, e l'esperienza di visione risulta estremamente coinvolgente.

3. Visualizzazione in HD: La visualizzazione in alta definizione garantisce immagini nitide e dettagliate. Questo è particolarmente importante quando si tratta di attività come il monitoraggio di un drone in volo o la visualizzazione di contenuti in realtà aumentata.

4. Prestazioni di Alto Livello: Grazie a una potente unità di elaborazione centrale (CPU), questo visore offre prestazioni ottimali anche con applicazioni complesse ricche di contenuti. Ciò significa che è in grado di gestire con facilità una vasta gamma di applicazioni, garantendo un'esperienza fluida per l'utente.

5. Numerosi Sensori Integrati: Il visore è dotato di una serie di sensori, tra cui sensori di movimento integrati nel visore stesso e nel controller, GPS, microfono e telecamera. Questi sensori consentono di arricchire l'esperienza utente, permettendo funzionalità avanzate come la realtà aumentata, il tracciamento del movimento e altro ancora.

6. Fotografia e Video HD: La telecamera frontale integrata consente agli utenti di catturare fotografie e video ad alta definizione in mani libere. Questo apre nuove possibilità per la creazione di contenuti di realtà aumentata e documentazione visiva.

7. Connettività Avanzata: Il visore è compatibile con i più recenti standard di connettività wireless, tra cui Bluetooth Smart Ready, Wi-Fi a|b|g|n|ac e Miracast. Ciò significa che può essere facilmente collegato a una vasta gamma di dispositivi per la ricezione di dati e contenuti ad alta velocità.

Questo visore trasparente con tecnologia FPV ha numerose applicazioni. Gli utenti possono utilizzarlo per:

- Monitorare in tempo reale il volo di droni, che è particolarmente utile per fotografia e video aerei.
- Esplorare contenuti di realtà aumentata in modo coinvolgente.
- Catturare foto e video ad alta definizione in mani libere.
- Accedere a informazioni dettagliate e interattive in contesti professionali, come manutenzione, medicina o formazione.

## Visore per applicazioni campo medico

Il secondo tipo di dispositivo è sempre un smart glass ma ha caratteristiche che lo rendono unico nel suo genere.

Questi dispositivi rappresentano una soluzione avanzata per la creazione di applicazioni personalizzate su larga scala, caratterizzandosi per elevate capacità di prestazioni di calcolo



*Figura 6- Fonte:<https://www.magicleap.com/news/sentiar-announces-second-fda-clearance-for-commandeptm-interface-utilizing-magic-leap-2-platform>*

(CPU/GPU) e un ampio campo visivo, consentendo agli sviluppatori di software AR aziendali di creare e testare soluzioni innovative. Hanno ricevuto la certificazione IEC 60601, uno standard tecnico per la sicurezza elettrica delle apparecchiature elettromedicali che consente di essere utilizzato o incorporato in un dispositivo medico per l'uso in un ambiente operativo. Può integrare sistemi di mappatura cardiaca 3D esistenti per creare un'interfaccia olografica 3D in tempo reale che fornisce ai medici una visione interattiva a 360 gradi dell'anatomia specifica del paziente per consentire loro di somministrare la terapia con maggiore precisione. Consente di essere indossato dal medico consentendo per la prima volta la manipolazione a mani libere dei dati del paziente, oltre all'anatomia del cuore in tempo reale e alle posizioni dei cateteri all'interno di esso.

Le caratteristiche Principali del dispositivo sono:

1. Prestazioni di Calcolo Avanzate: Questi Smart Glass sono dotati di una delle capacità di prestazioni di calcolo (CPU/GPU) più elevate tra i dispositivi AR autonomi presenti sul mercato. Ciò consente una rapida elaborazione di dati e contenuti digitali complessi, aprendo la strada a soluzioni aziendali altamente performanti.
2. Ampio Campo Visivo: Il campo visivo di questi dispositivi è esteso, raggiungendo fino a 70°, garantendo così un'esperienza visiva coinvolgente e completa, che aumenta l'immersione e la presenza degli utenti.
3. Audio Spaziale: L'audio spaziale è integrato per migliorare ulteriormente l'immersione, contribuendo a rendere le soluzioni AR e la collaborazione aziendale più realistiche e coinvolgenti.
4. Realtà Aumentata Integrata: Questi Smart Glass consentono all'utente di mantenere la visione del proprio ambiente reale, sovrapponendo contenuti digitali ad esso. Questo approccio è pensato appositamente per l'uso aziendale e favorisce un'interazione avanzata tra il mondo fisico e quello digitale.
5. Passthrough: I dispositivi integrano fotocamere rivolte verso l'esterno, consentendo una visione in tempo reale del mondo dell'utente, mantenendo al contempo una certa consapevolezza del mondo fisico.

Questi Smart Glass trovano applicazione in diversi settori aziendali, tra cui:

1. Manifatturiero: Nell'ambito della produzione e dell'assemblaggio, questi dispositivi supportano la formazione e l'assistenza in tempo reale.
2. Sanitario: Hanno ricevuto la certificazione come componente certificato IEC 60601, consentendo l'uso in ambienti clinici. Possono essere integrati con sistemi di mappatura cardiaca 3D per consentire ai medici di visualizzare in modo interattivo l'anatomia del paziente durante le procedure di ablazione cardiaca.
3. Settore Pubblico e Governativo: Trovano impiego in attività di sicurezza, manutenzione, e situazioni che richiedono la visualizzazione di dati in tempo reale.
4. Architettura, Ingegneria e Costruzioni (MIB): Nell'ambito del design, della valutazione e della costruzione, questi dispositivi possono fornire dati e informazioni cruciali in loco.
5. Vendita al Dettaglio: Possono migliorare l'esperienza del cliente attraverso l'informazione in tempo reale sui prodotti.

La piattaforma su cui si basano questi Smart Glass è aperta e basata su Android™ AOSP. Questa scelta consente la massima flessibilità e la compatibilità con l'infrastruttura IT esistente delle aziende. Inoltre, non richiede connessioni a server centralizzati, servizi cloud o la raccolta di dati di telemetria, garantendo la sicurezza dei dati aziendali.

## Abbigliamento Intelligente per Monitoraggio Clinico

Di seguito vengono presentati dei dispositivi clinicamente convalidati che consentono il monitoraggio avanzato della salute fisiologica, di effettuare studi clinici longitudinali, il monitoraggio dello stress e una analisi delle prestazioni durante un allenamento. Questi dispositivi offrono una vasta gamma di funzionalità, inclusi sensori per la pressione sanguigna, pulsossimetria, ECG, respirazione, temperatura cutanea e attività fisica.



*Figura 7- Fonte: <https://www.hexoskin.com/products/hexoskin-pro-kit-mens>*

In particolare il dispositivo individuato, L'Astroskin è parte del Bio-Monitor dell'Agenzia spaziale canadese ed è stato utilizzato in oltre 185 pubblicazioni scientifiche. Offre monitoraggio continuo in tempo reale per un periodo di 48 ore e raccoglie dati cruciali per la valutazione della salute, tra cui:

- Pressione Sanguigna: Monitoraggio costante della pressione sanguigna, un indicatore chiave della salute cardiovascolare.
- Pulsossimetria: Misura dei livelli di ossigeno nel sangue, fondamentale per il monitoraggio delle funzioni respiratorie.
- ECG a 3 Derivazioni: Registra l'attività elettrica del cuore da tre angolazioni diverse, fornendo una visione completa dell'attività cardiaca.
- Respirazione: Monitoraggio della frequenza respiratoria e dei modelli di respirazione.
- Temperatura Cutanea: Misurazione della temperatura corporea sulla superficie cutanea.
- Attività Fisica: Registrazione dell'attività fisica e dell'andatura dell'utente.

Questo kit è compatibile con dispositivi iOS e Android, consentendo l'acquisizione di dati in tempo reale e la visualizzazione tramite un'app dedicata. Alcune delle sue principali caratteristiche sono:

- Monitoraggio Prolungato: Il kit consente il monitoraggio prolungato dell'attività cardiaca e respiratoria, permettendo una valutazione continua della salute personale, della forma fisica e del sonno.
- Connettività Avanzata: Grazie alla connettività Bluetooth 4.1, i dati possono essere trasferiti in modo efficiente ai dispositivi mobili, inclusi iOS e Android. Inoltre, è compatibile con l'app Apple Health e Apple Watch.
- Supporto per App di Terze Parti: Il dispositivo fornisce dati sulla frequenza cardiaca che possono essere utilizzati in applicazioni mobili di terze parti come MapMyRun, Runkeeper e Runtastic.

Questi apparecchi offrono strumenti avanzati per il monitoraggio clinico e scientifico. Grazie alla loro capacità di raccogliere dati dettagliati sulla salute fisiologica, rappresentano risorse preziose per gli studi scientifici, l'analisi dello stress, il monitoraggio della forma fisica e altre applicazioni. La compatibilità con dispositivi mobili e le applicazioni di terze parti ampliano le possibilità di utilizzo di questi dispositivi, fornendo dati utili per una vasta gamma di scopi e applicazioni.

## iPad con tecnologia LiDAR

Di seguito un'analisi dettagliata del Tablet Apple dotato di uno scanner LiDAR di base. Questa tecnologia rappresenta un avanzamento significativo nella capacità di misurare la distanza dagli oggetti circostanti fino a 5 metri, sia di giorno che di notte. Il principio alla base del funzionamento di questo sistema è quello del "time-of-flight", in cui il dispositivo emette impulsi laser a bassa potenza nell'ambiente circostante e, utilizzando i riflessi, calcola la distanza dagli oggetti, creando una mappa di profondità 3D o un rendering accurato basato sui risultati ottenuti.



*Figura 8- Fonte:<https://www.dday.it/redazione/34790/realtà-aumentata-e-ipad-pro-come-funziona-il-lidar-e-come-puo-rivoluzionare-alcuni-settori-creativi>*

Il sistema LiDAR incorporato nel Tablet Apple è progettato per misurare la distanza dagli oggetti circostanti attraverso il principio del "time-of-flight". Questo principio si basa sulla misurazione del tempo impiegato da un impulso laser emesso per raggiungere un oggetto e tornare al dispositivo. Il sistema funziona come segue:

1. Emissione di Impulsi Laser: Il sistema emette impulsi laser a bassa potenza nell'ambiente circostante. Questi impulsi laser sono emessi con precisione e bassa potenza per garantire la sicurezza dell'utente e degli oggetti nell'area circostante.
2. Rilevamento dei Riflessi: Quando un impulso laser colpisce un oggetto, parte dell'energia viene riflessa indietro verso il sensore LiDAR. Il sensore è in grado di rilevare questi riflessi con grande precisione.
3. Calcolo della Distanza: Il sistema calcola il tempo trascorso tra l'emissione dell'impulso laser e il rilevamento del riflesso. Poiché la velocità della luce è costante, il tempo di volo dell'impulso laser può essere utilizzato per calcolare la distanza tra il dispositivo e l'oggetto colpito.
4. Creazione di Mappe di Profondità o Rendering 3D: I dati raccolti da questi calcoli vengono quindi utilizzati per creare mappe di profondità 3D o rendering precisi dell'ambiente circostante. Questi dati possono essere utilizzati per scopi di navigazione, rilevamento e identificazione degli oggetti, realtà aumentata e altre applicazioni.

Il Tablet Apple con scanner LiDAR offre una vasta gamma di applicazioni potenziali, tra cui:

1. Realtà Aumentata: La tecnologia LiDAR può essere utilizzata per migliorare le esperienze di realtà aumentata, consentendo una migliore sovrapposizione di oggetti virtuali nell'ambiente reale.
2. Navigazione e Rilevamento: Il dispositivo può essere impiegato per migliorare la navigazione in ambienti interni ed esterni, rilevando ostacoli e calcolando distanze con precisione.
3. Fotografia e Creazione di Contenuti: La tecnologia LiDAR può migliorare la fotografia e la creazione di contenuti, consentendo un rilevamento accurato delle profondità e la messa a fuoco selettiva.
4. Applicazioni Industriali: Nelle applicazioni industriali, il LiDAR può essere utilizzato per il monitoraggio di ambienti, la progettazione di layout e la gestione logistica.

Questo dispositivo ha il potenziale per rivoluzionare una vasta gamma di applicazioni, tra cui realtà aumentata, navigazione, fotografia, applicazioni industriali e molto altro. La capacità di creare mappe di profondità 3D e rendering precisi apre la strada a nuove esperienze e soluzioni innovative.

# **Sistema EEG portatile per applicazioni di interfacciamento cervello-computer**

Un sistema EEG portatile è un dispositivo indossabile progettato per applicazioni del mondo reale. Questo sistema è equipaggiato con una serie di elettrodi asciutti o parzialmente idratati, posizionati su aree specifiche del cervello, e può essere ottimizzato per la stima degli stati cognitivi e sensomotori o applicazioni specifiche. La sua schermatura attiva ad alte prestazioni e il design meccanico stabile garantiscono robustezza e qualità del segnale eccezionali, anche in caso di movimento o durante lunghi periodi di registrazione.

Le caratteristiche principali del dispositivo devono essere:

1. **Posizionamento Facile ed Autonomo:** Uno dei punti di forza di questo sistema è la sua capacità di essere facilmente posizionato autonomamente dall'utente. Questa caratteristica aumenta notevolmente la comodità e l'affidabilità dell'acquisizione dei dati e apre nuove opportunità per la ricerca neuroscientifica in applicazioni reali e per l'interfacciamento cervello-computer nella vita quotidiana.
2. **Ottimizzato per Stati Cognitivi e Sensomotori:** Il sistema appositamente progettato per la stima degli stati cognitivi e sensomotori. Questo lo rende adatto per applicazioni in cui è necessario rilevare e analizzare le attività cerebrali legate a processi mentali e movimenti fisici.
3. **Schermatura Attiva ad Alte Prestazioni:** La schermatura attiva garantisce che il segnale EEG raccolto sia protetto da interferenze esterne, garantendo una qualità del segnale eccezionale. Questo è particolarmente importante in situazioni reali, dove possono verificarsi molteplici fonti di disturbo.
4. **Il sistema deve essere fornito con un kit software completo per l'acquisizione, l'elaborazione e la programmazione dei segnali EEG.** Questo kit deve offrire un'ampia compatibilità con sistemi I/O in tempo reale e con software di elaborazione dati di terze parti, tra cui LSL, Matlab, Python, BCI2000, OpenVibe e altri.



*Figura 9-Fonte: <https://www.emotiv.com/>*

Il sistema EEG portatile offre una vasta gamma di applicazioni potenziali, tra cui:

1. **Neuroscienza Applicata:** La capacità di acquisire dati EEG in ambienti del mondo reale apre nuove opportunità per la ricerca neuroscientifica applicata, consentendo di studiare il cervello in situazioni reali.
2. **Interfaccia Cervello-Computer (BCI):** Il sistema può essere utilizzato per sviluppare interfacce cervello-computer in applicazioni della vita quotidiana, ad esempio per migliorare la comunicazione o il controllo di dispositivi.
3. **Studi sulla Cognizione:** La capacità di monitorare gli stati cognitivi è preziosa per gli studi sulla cognizione, la psicologia e l'apprendimento.
4. **Rehabilitation:** In ambito riabilitativo, il sistema può essere utilizzato per monitorare e migliorare la funzione cerebrale in pazienti con disabilità.

Il sistema EEG portatile rappresenta una tecnologia avanzata per l'acquisizione e l'analisi dei segnali cerebrali in contesti del mondo reale. Le sue caratteristiche di design, la facilità di posizionamento e la qualità del segnale eccezionale lo rendono un dispositivo ideale per applicazioni di ricerca neuroscientifica, BCI e studi sulla cognizione. Il kit software completo e la compatibilità con software di terze parti lo rendono uno strumento flessibile e potente per la comunità scientifica e per lo sviluppo di applicazioni pratiche nell'interfacciamento cervello-computer.

## Sensori per il monitoraggio ambientale e delle colture

I sensori sono componenti essenziali per la raccolta di dati accurati e continui. Nel contesto del monitoraggio ambientale, i sensori possono misurare parametri come temperatura, umidità, qualità dell'aria e livelli di inquinanti. Questi dati sono fondamentali per la valutazione dell'ecosistema e l'identificazione di potenziali minacce ambientali. Per quanto riguarda il monitoraggio delle colture agricole, i sensori possono rilevare parametri come umidità del suolo, pH, nutrienti e densità di biomassa, fornendo informazioni cruciali per l'ottimizzazione delle pratiche agricole, la gestione dell'irrigazione e la prevenzione delle malattie delle piante.

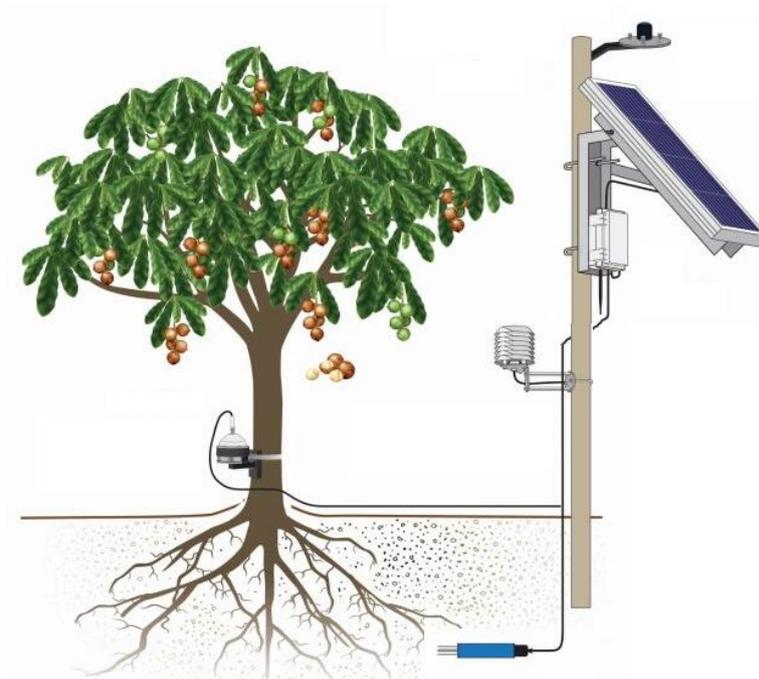


Figura 10-Fonte: <https://ictinternational.com/product/iot-plant-monitoring-station-analogue/>

Un sistema di monitoraggio delle piante basato su Internet of Things (IoT) deve fornire una suite di sensori personalizzabili configurabili per una vasta gamma di applicazioni di rilevamento basate su piante. Il sistema è caratterizzato da comunicazioni LoRaWAN o CAT-M1/NB-IoT, una batteria agli ioni di litio ricaricabile e un pannello solare per l'alimentazione. È in grado di essere configurato con qualsiasi combinazione di sensori tra cui dendrometri a banda, sensori per l'umidità e la temperatura del suolo, sensori per la temperatura dell'aria, umidità relativa, pressione atmosferica, bagnatura fogliare, radiazione fotosinteticamente attiva e misuratori di ossigeno del suolo. L'infrastruttura IoT è finalizzata al monitoraggio della salute delle piante e all'ottimizzazione dei loro fabbisogni, ad esempio, fertilizzanti o irrigazione.

Le caratteristiche chiave dell'infrastruttura sono:

1. **Sensori Personalizzabili:** Il sistema offre una vasta gamma di sensori che possono essere personalizzati e combinati in base alle specifiche esigenze dell'applicazione. Questo consente di rilevare una serie di parametri cruciali per la salute delle piante.
2. **Comunicazioni IoT:** Il sistema supporta comunicazioni LoRaWAN o CAT-M1/NB-IoT, garantendo una connettività affidabile e a lungo raggio. Ciò consente la raccolta di dati da siti remoti.
3. **Alimentazione Sostenibile:** Il sistema è dotato di una batteria agli ioni di litio ricaricabile e di un pannello solare per l'alimentazione. Questa soluzione garantisce un funzionamento a lungo termine senza la necessità di frequenti interventi di manutenzione.
4. **Monitoraggio della Salute delle Piante:** L'obiettivo principale del sistema è monitorare la salute delle piante, consentendo agli agricoltori e agli esperti di prendere decisioni informate per migliorare la crescita e la produttività delle colture.

Il sistema può essere configurato con una vasta gamma di sensori, ciascuno dei quali può essere utilizzato per applicazioni specifiche:

1. **Dendrometro a Banda:** Misura l'espansione e la contrazione dei tronchi delle piante, fornendo informazioni sul fabbisogno idrico.
2. **Sensori di Umidità e Temperatura del Suolo:** Monitorano l'umidità e la temperatura del suolo, aiutando a determinare il momento ideale per l'irrigazione.
3. **Sensori di Temperatura dell'Aria, Umidità Relativa e Pressione Atmosferica:** Rilevano le condizioni meteorologiche circostanti, fornendo dati utili per la gestione delle colture.
4. **Bagnatura Fogliare:** Misura la bagnatura fogliare, fondamentale per il controllo delle malattie e la gestione dell'acqua.
5. **Radiazione Fotosinteticamente Attiva:** Monitora l'illuminazione per valutare la fotosintesi e la crescita delle piante.
6. **Misuratori di Ossigeno del Suolo:** Forniscono informazioni sull'ossigeno presente nel suolo, il che è importante per l'ottimizzazione della crescita delle radici delle piante.

I potenziali tipi di applicazione sono:

- Agricoltura: Monitoraggio della salute delle colture, ottimizzazione dell'irrigazione e dei fertilizzanti, rilevamento delle malattie.
- Silvicoltura: Monitoraggio della crescita degli alberi, della salute della foresta e delle condizioni climatiche.
- Verde pubblico: Monitoraggio delle condizioni delle piante ornamentali, gestione dell'acqua e dell'illuminazione.
- Ricerca Scientifica: Utilizzo nei laboratori di ricerca per studi sulle piante e sperimentazioni agricole.

Il sistema di monitoraggio delle piante basato su IoT rappresenta un'innovazione importante nell'ottimizzazione delle coltivazioni e nella gestione delle risorse agricole. La capacità di personalizzare i sensori e la connettività IoT consentono di raccogliere dati accurati e informazioni critiche per prendere decisioni basate su dati nel settore agricolo e al di là. La possibilità di monitorare la salute delle piante e ottimizzare i loro fabbisogni offre notevoli vantaggi in termini di produttività e sostenibilità.

## **Conclusioni**

Concludendo, l'uso sinergico di droni aerei e terrestri, strumenti di realtà estesa e una vasta gamma di sensori offre un'enorme opportunità per la comunità scientifica nel monitoraggio ambientale. Questa combinazione di tecnologie permette una raccolta di dati più completa, dettagliata e in tempo reale, migliorando la comprensione degli ecosistemi, facilitando l'ottimizzazione delle pratiche agricole e consentendo interventi tempestivi per prevenire o mitigare eventuali problematiche. La sinergia tra queste tecnologie promette di aprire nuovi orizzonti nella ricerca scientifica e nel progresso tecnologico in diversi settori che vanno dalle Smart City alle Smart Factory e alla Smart Agricolture.