

Argomento di studio

# ROBUSTO RILEVAMENTO VISIVO-INERZIALE DA UNA TELECAMERA CHE SA DOVE STA ANDANDO

La telecamera di tracciamento Intel® RealSense™ T265, alimentata dall'unità di elaborazione della visione (VPU) Intel® Movidius™ Myriad™ 2, offre un monitoraggio interno-esterno 6DoF per una guida e una navigazione altamente accurate e indipendenti dal GPS per robot e altri dispositivi focalizzati sulla mobilità implementazioni.

Gartner identifica le "cose autonome" come Trend Numero 1 nella sua lista delle 10 principali tendenze tecnologiche strategiche per il 2019. <sup>+</sup> Un aspetto fondamentale per rendere autonomi robot, droni e altri dispositivi mobili è la loro capacità di interagire in modo indipendente e intelligente con i loro ambienti.



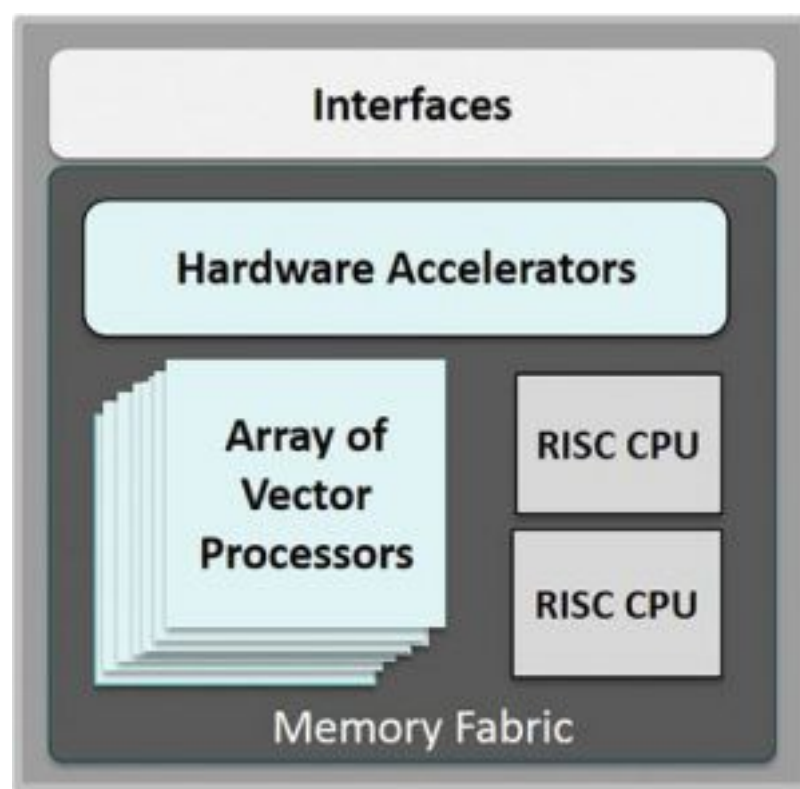
L'autonomia dipende fondamentalmente dal fatto che i dispositivi siano in grado di tracciare la loro posizione mentre si muovono nello spazio. Sulla base del tracciamento richiesto, i dispositivi devono essere in grado di navigare con successo attraverso spazi sconosciuti scoprendo, monitorando ed evitando ostacoli fermi e in movimento in tempo reale. I meccanismi che consentono il tracciamento autonomo devono essere estremamente precisi, funzionando a bassa potenza e sufficientemente flessibili da integrarsi con le diverse esigenze dei sistemi in fase di sviluppo sul mercato.

La telecamera di tracciamento Intel® RealSense™ T265 consente soluzioni a queste sfide come sensore di tracciamento interno-esterno a sei gradi di libertà (6Dof) autonomo. Il dispositivo fonde gli ingressi di più sensori e scarica l'elaborazione delle immagini e la visione artificiale dal sistema host per fornire un tracciamento della posizione estremamente accurato e in tempo reale con bassa latenza e basso consumo energetico.

La Intel RealSense Tracking Camera T265 è progettata per la flessibilità di implementazione e per funzionare bene su dispositivi mobili di piccolo ingombro come robot leggeri e droni. È inoltre ottimizzato per computer di piccole dimensioni come i dispositivi NUC o Raspberry Pi \* e per la connettività con dispositivi come telefoni cellulari o cuffie per realtà aumentata. Con l'introduzione della Intel RealSense Tracking Camera T265, il settore della robotica ha per la prima volta il vantaggio di un monitoraggio eseguito interamente con elaborazione incorporata, gestita dalla VPU Intel® Movidius™ Myriad™ 2 a un prezzo accessibile.

La Intel Movidius Myriad 2 VPU è un componente di sistema su chip che è stato progettato appositamente per l'elaborazione delle immagini e la visione artificiale a prestazioni molto elevate per watt, anche per implementazioni con vincoli di spazio. Le sue caratteristiche architettoniche principali sono le seguenti:

- **I core del processore Vector** sono ottimizzati per i carichi di lavoro di visione artificiale.
- **Gli acceleratori hardware** aumentano il throughput per l'imaging e la visione artificiale.
- **I core CPU RISC generici** coordinano e dirigono i carichi di lavoro e l'interazione con i sistemi esterni.



La VPU Intel® Movidius™ Myriad™ 2.

Le capacità di rilevamento e tracciamento spaziale della Intel RealSense Tracking Camera T265 si basano sulla tecnologia sviluppata da RealityCap, acquisita da Intel nel 2015.

## UNA PERIFERICA INTEGRATA PER IL RILEVAMENTO DELLA POSIZIONE AUTONOMO

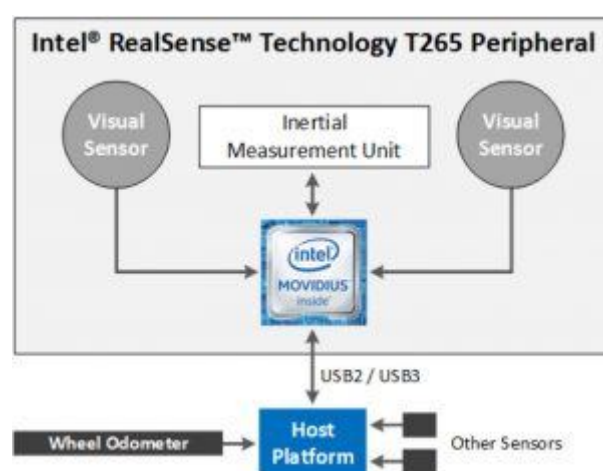
La Intel RealSense Tracking Camera T265 ha una dimensione di circa 1 x 0,5 x 4 pollici (108 mm x 24,5 mm x 12,5 mm), pesa circa 55 g e consuma solo 1,5 watt per far funzionare l'intero sistema, compreso il fotocamere, IMU e VPU. In combinazione con le potenti capacità di calcolo della VPU Intel Movidius Myriad 2, la piattaforma offre elevate prestazioni per watt, per una lunga durata della batteria nei robot mobili e altri sistemi portatili.

Il basso consumo energetico del sistema è prezioso in diversi modi per consentire una migliore esperienza utente attraverso la progettazione fisica dei dispositivi. Oltre alla lunga durata della batteria, le batterie fisicamente più piccole aiutano a ridurre il peso complessivo dei dispositivi, inclusi i sistemi che un utente potrebbe portare o indossare per lunghi periodi di tempo. In alcuni casi, può anche eliminare la necessità di ingombranti batterie esterne collegate ai dispositivi tramite cavi.

## SENSOR FUSION PER LA RICOLLOCAZIONE E LA MAPPATURA DELL'OCCUPAZIONE

La telecamera di tracciamento Intel RealSense esegue il monitoraggio dall'interno all'esterno, il che significa che non dipende da sensori esterni per la sua comprensione dell'ambiente. Il tracciamento si basa principalmente sulle informazioni raccolte da due telecamere fish-eye a bordo, ciascuna con un campo visivo di circa 163 gradi ( $\pm 5$  gradi) ed esegue l'acquisizione di immagini a 30 fotogrammi al secondo. L'ampio campo visivo di ogni sensore della telecamera aiuta a mantenere i punti di riferimento visibili al sistema per un tempo relativamente lungo, anche se la piattaforma si muove rapidamente nello spazio.

Un punto di forza fondamentale dell'odometria visivo-inerziale è che i vari sensori disponibili si completano a vicenda. Le immagini dei sensori visivi sono integrate dai dati di un'unità di misura inerziale (IMU) a bordo, che include un giroscopio e un accelerometro. I dati aggregati da questi sensori vengono inseriti negli algoritmi di localizzazione e mappatura simultanea (SLAM) in esecuzione sulla VPU Intel Movidius Myriad 2 per l'odometria inerziale visiva.



Schema a blocchi della telecamera di rilevamento Intel® RealSense™ T265.

L'algoritmo SLAM identifica insiemi di caratteristiche salienti nell'ambiente, come un angolo di una stanza o un oggetto che può essere riconosciuto nel tempo per dedurre la posizione mutevole del dispositivo rispetto a quei punti. Questo approccio è simile nella pratica a come le navi oceaniche nei tempi premoderni usassero le costellazioni di stelle per navigare.

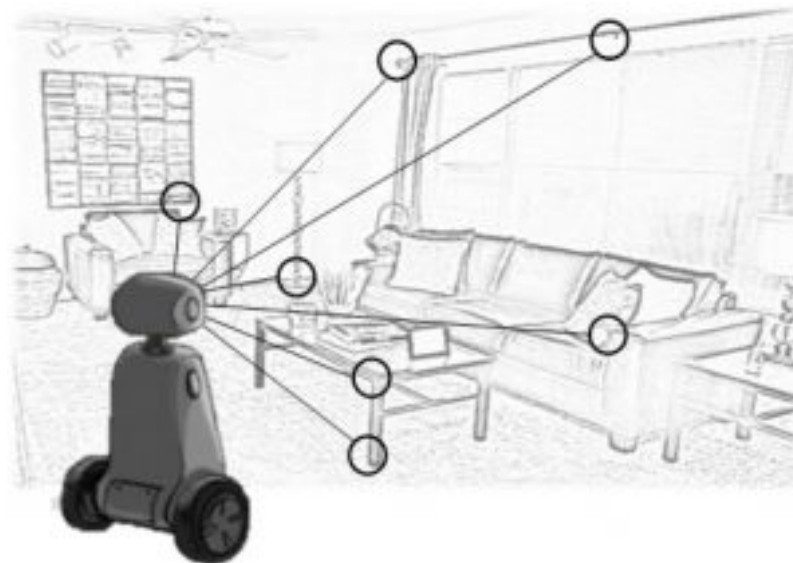
Insieme, la combinazione di sensori fornisce una precisione maggiore di quella possibile utilizzando un solo tipo. Le informazioni visive prevengono anche la deriva a lungo termine o l'accumulo di piccoli errori nei calcoli di navigazione nel tempo, che potrebbero causare imprecisioni nelle informazioni sulla posizione. L'IMU opera a una frequenza più alta rispetto alle telecamere, consentendo una risposta e un riconoscimento più rapidi da parte dell'algoritmo ai cambiamenti nella posizione del dispositivo.

La periferica fornisce anche il supporto per sensori aggiuntivi, se necessario, tra cui un contachilometri a ruota per robot a ruote e sensori di dislivelli o urti. Gli input dal contachilometri ruota possono essere inseriti negli algoritmi SLAM in esecuzione sulla VPU per una maggiore flessibilità e robustezza nel fornire informazioni sulla posizione.

**Nota:** quando viene utilizzato un contachilometri ruota, è necessaria una calibrazione precisa al centimetro con la videocamera di rilevamento Intel® RealSense™ T265. Questa calibrazione è generata dal cliente utilizzando un esempio e istruzioni fornite

## ODOMETRIA VISUALE INERZIALE E RICOLLOCAZIONE

Confrontando le immagini di ciascuna delle due telecamere e calcolando le differenze tra le due, la telecamera può dedurre la distanza da una caratteristica saliente utilizzata come punto di riferimento dall'algoritmo. In particolare, una maggiore differenza tra le posizioni della caratteristica come vista da ciascuna delle due telecamere corrisponde a una maggiore distanza dalla caratteristica. Queste stime vengono poi perfezionate essendo osservate sui successivi fotogrammi della fotocamera, con ulteriori informazioni dall'IMU aggiunte per una stima ancora migliore. Una mappa delle caratteristiche visive e delle loro posizioni viene costruita nel tempo. Questa è l'odometria inerziale visiva.



*Rilocalizzazione visuale-inerziale, utilizzando punti di riferimento visivi per dedurre la posizione.*

La ricollocazione è la capacità della telecamera di utilizzare le caratteristiche che ha visto prima per riconoscere quando è tornata in un luogo familiare. Ad esempio, se un drone fa un loop aereo e poi ritorna alla sua posizione originale, l'algoritmo è in grado di confrontare l'ambiente visivo con il suo database di caratteristiche salienti e le loro posizioni nello spazio per ricollocare. La fotocamera è in grado di discernere la sua posizione rispetto a quel quadro di riferimento statico, individuando il suo punto di origine con un margine di errore inferiore all'1%.

I test a bordo di un drone sia in condizioni diurne che notturne hanno dimostrato che, in entrambi i casi, i dati di tracciamento e posizione generati dalla periferica erano strettamente correlati con quanto fornito dal GPS. Questo risultato supporta la fattibilità dell'uso della periferica come mezzo di navigazione in aree in cui il GPS non è disponibile, come sotto un ponte o all'interno di una struttura industriale.

## MAPPATURA DELL'OCCUPAZIONE

La Intel RealSense Tracking Camera T265 in combinazione con una telecamera di profondità e sensori di dislivello consente ai robot su ruote o aerei di guidarsi con vera autonomia attraverso ambienti sconosciuti. In uno spazio del genere, il robot scoprirebbe l'ambiente circostante, inclusi gli ostacoli, e li rappresenterebbe in una griglia 2D o 3D in cui ogni cella è identificata come uno dei tre valori: occupato, non occupato o sconosciuto.

Utilizzando una mappa di occupazione di questo tipo, il robot può calcolare i potenziali percorsi non ostruiti che può intraprendere verso gli obiettivi, come base per l'auto-navigazione. Le informazioni sulla posizione e l'orientamento del T265 consentono l'integrazione dei dati di profondità e scogliera in una mappa di occupazione del suo ambiente che si aggiorna dinamicamente in tempo reale, utilizzando solo una piccola quantità di calcolo dell'host. La natura dinamica delle mappe consente al robot di evitare collisioni con ostacoli in movimento, inclusi gli esseri umani.



*Mappa di occupazione generata dinamicamente dello spazio 2D.*

**Nota: le** mappe di occupazione generate utilizzando la telecamera di localizzazione Intel® RealSense™ T265 possono essere registrate nelle mappe di ricollocazione di T265, il che facilita la condivisione tra dispositivi e sistemi.

## CONNETTIVITÀ HOST E INTEGRAZIONE NEI DISPOSITIVI

Poiché la VPU Intel Movidius Myriad 2 esegue tutta l'elaborazione necessaria per il tracciamento, non è richiesto alcun calcolo aggiuntivo per il tracciamento visivo sull'host. Pertanto, l'host può essere dedicato interamente al controllo di altre funzioni, come il movimento effettivo del dispositivo. L'indipendenza del T265 dalle risorse di elaborazione su altri sistemi di bordo lo rende più semplice da implementare, specialmente nei progetti esistenti per robot, droni e altri dispositivi.

Il T265 utilizza l'archiviazione non volatile sull'host per archiviare il firmware della fotocamera e un client software fornito da Intel lo carica dall'host al momento dell'avvio. Sebbene questo fattore sia trasparente per l'utente finale, riduce la complessità di mantenere aggiornato il firmware.





La capacità dell'algoritmo di fare un uso altamente efficiente dell'hardware è in gran parte dovuta alla separazione del lavoro tra i due core della CPU della VPU e i 12 core SHAVE (Streaming Hybrid Architecture Vector Engine). Il team della tecnologia Intel RealSense ha ottimizzato il posizionamento di questi carichi di lavoro all'interno della VPU per ridurre il consumo energetico e accelerare l'algoritmo.

### Development with the librealsense Library

Intel maintains the [librealsense project](#), which provides a cross-platform library for the capture of data from Intel® RealSense™ cameras. The project includes tracking and re-localization APIs that facilitate programmatic control of those functionalities for developers. In addition, librealsense is available as an integrated part of developer kits that also include the hardware needed to utilize the library.

The fact that the full algorithm runs on the Intel Movidius Myriad 2 VPU abstracts away complexity for tracking applications, simplifying overall implementation. In addition, because the visual-inertial sensor-fusion solution is implemented entirely on the camera, it supports connectivity to a broad range of hosts, using USB2 or USB3.

The host may run Microsoft Windows\* or Linux\*, as long as it has sufficient persistent memory to store the camera firmware (approximately 40 MB). Data from external sensors such as wheel odometers is passed through the USB connection from the host to the camera. The Intel RealSense technology team also plans to make a Robot Operating System (ROS) node available, offering even greater extensibility for the broader robotics community.

*“Enabling the Intel RealSense Tracking Camera to deliver rich visual intelligence, at low power, in a small footprint is exactly the kind of thing we built the Intel® Movidius™ Myriad™ 2 VPU for.”*

*– Gary Brown, AI Marketing, Intel Internet of Things Group*

## CONCLUSION

New ground has been broken for visual-inertial tracking with high performance, low power consumption, and low cost. The Intel RealSense Tracking Camera T265 facilitates accurate self-guidance for robots and other devices across a variety of use cases, such as the following:

- **Commercial robots**, including mobile devices that can perform menial, difficult, or dangerous tasks in settings such as retail locations, warehouses, and e-commerce fulfillment centers.
- **Consumer robots**, including attendants or assistants for humans as well as sophisticated autonomous appliances, wheelchairs, and vehicles.

- **Augmented reality** applications that use tracking to facilitate the overlay of external data on the user's field of vision for everything from industrial information to entertainment.
- **Drone guidance** for the avoidance of still or moving obstacles, as well as navigation in areas where GPS may be unavailable, such as under a bridge or inside a structure.

The [Intel RealSense Tracking Camera T265](#) is a highly capable building block that provides robust spatial tracking for companies to build their unique intellectual property on top of. An emerging generation of autonomous devices will re-invent the category, with a rich new set of opportunities for the industry.

## INTEL® REALSENSE™ TECHNOLOGY

[Learn more](#)

## INTEL® MOVIDIUS™ TECHNOLOGY

[Learn more](#)

+ <https://www.gartner.com/smarterwithgartner/gartner-top-10-strategic-technology-trends-for-2019/>

1. Under 1% drift observed in repeated testing in multiple use cases and environments. AR/VR use cases were tested with the T265 mounted on the head in indoor living and office areas with typical indoor lighting including sunlight entering the room. Wheeled robot use cases tested with wheel odometer data integrated, again in indoor office and home environments.

2. Sufficient visibility of static tracked visual features is required, the device will not work in smoke, fog, or other conditions where the camera is unable to observe visual reference points.

Intel, Intel Movidius and Intel RealSense are trademarks of Intel Corporation or its subsidiaries in the U.S. and/or other countries.

\*Other names and brands may be claimed as the property of others.

© 2019 Intel Corporation. All rights reserved. 0119/MB/MESH 338337-001US



Videocamera di tracciamento Intel RealSense  
T265

Acquistare



READY TO TALK TO SALES? CLICK HERE!



Company Information   Our Commitment   Diversity & Inclusion   Investor Relations   Contact Us   Newsroom

Jobs   Store Policies



© Intel Corporation | Terms of Use | \*Trademarks | Privacy | Cookies | Supply Chain Transparency | Site Map

Intel technologies may require enabled hardware, software or service activation. // No product or component can be absolutely secure. // Your costs and results may vary. // Performance varies by use, configuration and other factors. // See our complete legal notices and disclaimers. // Intel is committed to respecting human rights and avoiding complicity in human rights abuses. See Intel's Global Human Rights Principles. Intel's products and software are intended only to be used in applications that do not cause or contribute to a violation of an internationally recognized human right.

United States

