

## **Tutorial sui sistemi globali di navigazione satellitare (GNSS): Posizionamento, navigazione e altro ancora!**

By: TRYAT team.



Oggi, tutti hanno familiarità con il termine GPS, ovvero Global Positioning System. I ricevitori GPS si trovano nei vostri cellulari, smartwatch, dispositivi di navigazione, macchine fotografiche, occhiali e molto altro ancora. Forse non lo conoscete, ma avete già sentito il termine GNSS (Global Navigation Satellite System(s)). In questo video imparerete a conoscere i GNSS e come essi determinano la posizione dell'utente. GNSS è usato per descrivere l'insieme di sistemi di posizionamento satellitare che sono ora in funzione o pianificati. GPS è il sistema americano ed è il più vecchio GNSS. È stato sviluppato dal Dipartimento della Difesa degli Stati Uniti, per applicazioni militari. Si chiamava Navstar, ma dall'inizio degli anni Novanta il GPS è stato utilizzato per una grande varietà di applicazioni civili. Poi, sono arrivati il sistema russo GLONASS, il sistema europeo Galileo, il sistema cinese Beidou, il sistema giapponese QZSS e il sistema indiano IRNSS. Il sistema giapponese e quello indiano hanno una copertura regionale, mentre gli altri hanno una copertura globale. I GNSS sono sempre più utilizzati per il posizionamento, la navigazione e il tracciamento in molti campi come quello militare, aeronautico, marino, agricolo, Unmanned Aerial Vehicle (UAV) e robotico. Inoltre, i GNSS offrono importanti contributi in molti settori della ricerca scientifica, come il monitoraggio dei movimenti delle placche tettoniche, lo spostamento verticale della superficie terrestre, la stima delle deformazioni causate da attività sismiche o vulcaniche, il monitoraggio della ionosfera e della neutrosfera (troposfera) terrestre, la stima dell'umidità del suolo e molti altri! Cosa rende il GNSS così popolare? Il GNSS funziona in tutte le condizioni atmosferiche, giorno e notte, ha una copertura globale. Fornisce dati in tempo quasi reale ad alta risoluzione temporale e ad alta precisione. È un servizio relativamente a basso costo, per quanto attiene solo del segmento utente. Ogni sistema di navigazione GNSS è composto da tre diversi segmenti: il segmento spaziale, il segmento di controllo e il segmento utente. Il segmento spaziale è costituito dai satelliti che volano in orbite precise intorno alla terra. Il GPS, ad esempio, è una costellazione di 31 satelliti che volano ad altitudini di circa 20000 km sopra la superficie terrestre e orbitano intorno alla terra circa ogni 12 ore. Anche altri GNSS hanno i loro satelliti in orbita, il che significa che oggi più di 120

satelliti GNSS sono in orbita. I satelliti conoscono i loro parametri orbitali e il tempo in modo molto accurato. Le informazioni vengono trasmesse al ricevitore per ottenere la posizione del satellite, il tempo e lo stato del satellite.

Il segmento di controllo comprende una rete di stazioni di monitoraggio, controllo e caricamento per garantire il funzionamento dei satelliti. Il segmento utente si riferisce all'apparecchiatura che elabora i segnali GNSS ricevuti per ricavare le informazioni sulla posizione e l'ora. I componenti primari delle antenne e dei ricevitori del segmento utente (unità di elaborazione) possono essere integrati in un unico insieme o fisicamente separati. Qui si vedono le antenne di due stazioni che utilizziamo per scopi di ricerca. Le antenne sono montate sul tetto dell'edificio, mentre i ricevitori sono conservati in laboratorio in modo sicuro. Ora vediamo come viene stimata la posizione dell'utente. Il segnale GNSS viaggia dal satellite attraverso lo spazio, poi attraverso i vari strati dell'atmosfera fino a terra. Per ottenere la posizione precisa dell'utente (X, Y, Z) e il tempo, è necessario conoscere la lunghezza del percorso diretto dal satellite all'apparecchiatura dell'utente. Esso è chiamato "Range". Vedremo nel prossimo video che il segnale non viaggia su un percorso rettilineo. Per ottenere il "Range" abbiamo bisogno di conoscere il tempo di viaggio del segnale o il tempo di propagazione del segnale.  $\text{Tempo di propagazione} = \text{Tempo di arrivo del segnale} - \text{Tempo di partenza del segnale dal satellite} - \text{Tempo di propagazione del segnale} \cdot \text{velocità della luce} = \text{distanza dal satellite}$ , il "Range", o più precisamente "pseudorange", in quanto la misura contiene degli errori. Il metodo è chiamato Trilaterazione. Quindi, come funziona? Quando l'utente conosce il "Range" dal satellite A e la sua posizione, sa che si trova all'interno di una sfera con il suo centro nella posizione del satellite e il raggio è uguale al "Range". Quando l'utente conosce il "Range" da un altro satellite, B, la sua posizione dovrebbe trovarsi all'intersezione delle due sfere. Con un'altra misurazione, si determina la posizione dell'utente! Si prega di notare che la sfera appare come un cerchio nell'illustrazione. Aspettate un momento, per favore. Abbiamo detto che l'apparecchiatura dell'utente dovrebbe vedere almeno tre satelliti per determinare la sua posizione. Tuttavia, si è scoperto che gli orologi del ricevitore non sono così precisi come gli orologi a bordo dei satelliti, quindi anche l'ora del ricevitore è considerata incognita. Ciò significa che devono esserci almeno 4 satelliti per risolvere il sistema di equazioni e fornire le coordinate e l'ora dell'utente. C'è un'ultima osservazione che dovrebbe essere menzionata in questo contesto. Le misure ricevute dal satellite contengono diverse fonti di errore che, se lasciate non corrette, rendono impreciso il

calcolo della posizione. Per ottenere la posizione esatta o almeno una posizione molto precisa, è necessario ridurre le fonti di errore. Per i chip GPS del vostro cellulare, l'errore di posizionamento è di diversi metri; comunque, con dispositivi usati in ambito di ricerca si raggiunge un errore di pochi millimetri.

Gli errori di misurazione includono: Imprecisione dell'orologio satellitare, errori di orbita, ritardi ionosferici, ritardi troposferici, multipath e rumore del ricevitore. La buona notizia è che i ritardi troposferici possono, per esempio, essere sfruttati per monitorare i parametri troposferici come il vapore acqueo. Se volete approfondire, date un'occhiata al prossimo video. Grazie per averlo guardato!