

ORIENTAMENTO NELLO SPAZIO

a cura di Roberto Perenna

Attualmente la navigazione spaziale viene gestita da Terra tramite strutture di comunicazione costante con le sonde, come il Deep Space Network della NASA o lo European Space Tracking dell'Agenzia spaziale europea. Ma il crescente numero di missioni a grande distanza da Terra rende le procedure lente e complicate a causa del ritardo dei segnali e della diminuzione di intensità al crescere della distanza stessa (in ogni istante la posizione di una sonda si ottiene per triangolazione, ossia misurando con precisione il ritardo dei segnali da almeno tre antenne terrestri, da cui si ottengono le distanze).

E' quindi sempre più necessario lo sviluppo di un sistema di guida autonomo a bordo dei veicoli spaziali in grado di conoscere con precisione la propria posizione in ogni istante. Analogamente ai sistemi GPS terrestri che utilizzano come radiofari schiere di satelliti geostazionari, nello spazio potrebbero essere utilizzate decine di pulsar a raggi X, uniformemente distribuite, vicine al sistema solare e con emissione sufficientemente costante.

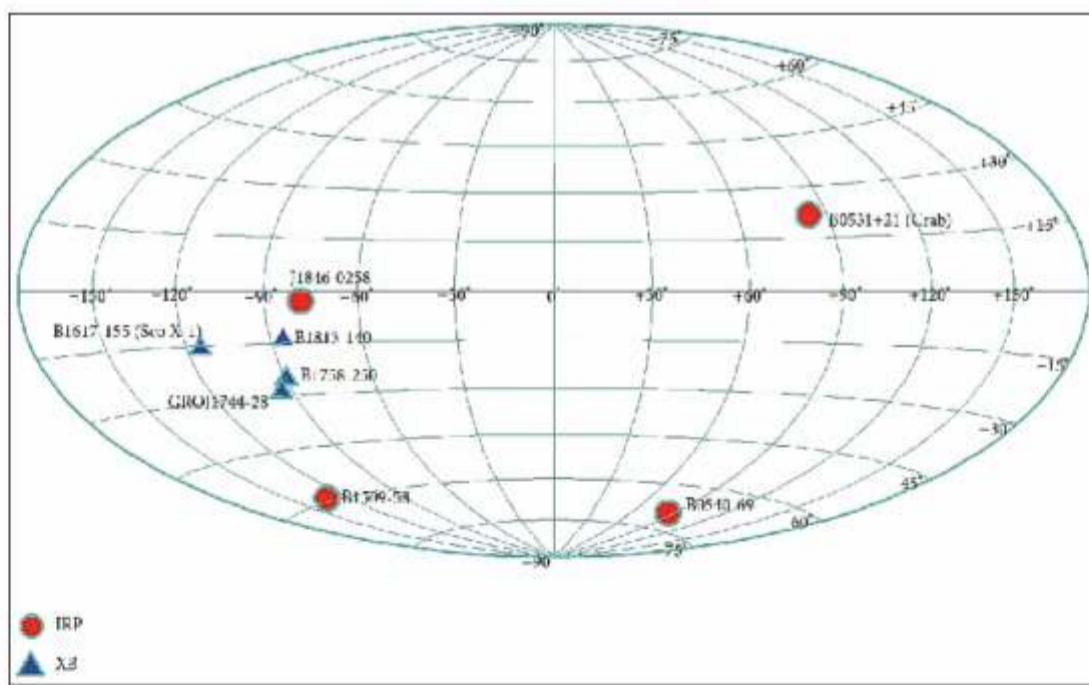
A tale scopo nel 2017 è stato lanciato il satellite XPNAV1 con l'obiettivo di testare la fattibilità della navigazione spaziale tramite pulsar e di rilevare i dettagli dei segnali a raggi X di 26 pulsar vicine, iniziando la creazione di un "database di navigazione pulsar" da completare in pochi anni.

Il passo successivo del programma realizzato da CAST (China Academy of Space Technology) è il lancio di un satellite di medie dimensioni per accumulare più dati a raggi X per la costruzione del database dei parametri pulsar e testare l'algoritmo di navigazione pulsar a bordo, dopo che 3 ~ 5 pulsar sono state cronometrate in modo abbastanza accurato. Il terzo passo è quello di costruire un sistema di costellazioni per dimostrare l'applicazione di navigazione e il servizio temporale utilizzando pulsar a raggi X.

Lo scopo della missione XPNAV-1 è quello di testare la tecnologia di osservazione delle pulsar nella banda dei raggi X molli attraverso gli strumenti a raggi X sviluppati da CAST. Nel dettaglio: (1) funzione di test e prestazioni per gli strumenti a raggi X nello spazio esterno; (2) rilevare i fotoni di radiazione tipici delle pulsar a raggi X e acquisire i profili di impulso per verificare la capacità di osservazione delle pulsar a raggi X; (3) accumulare dati a raggi X per lungo tempo per misurare i parametri delle pulsar tramite la temporizzazione dei raggi X.

Per convalidare la capacità di osservare le pulsar a raggi X sono state scelte otto sorgenti come obiettivi predefiniti, 4 IRP (Isolated Rotation-powered Pulsars) ed anche 4 XB (X-ray Binaries), incluse a causa della loro luminosità, le cui posizioni angolari e i periodi di impulso sono:

Numero	Nome dell'impulso	J2000 ascensione retta (deg)	Declinazione J2000 (deg)	Periodo di impulso (ms)
1	B0531+21 (Crab)	83.63303	22.01449	33.085
2	B1617-155 (Sco X1)	244.979	-15.640	3.200
3	B1758-250	270.284	-25.079	3.000
4	B1813-140	274.006	-14.036	3.300
5	GROJ1744-28	266.138	-28.741	467.000
6	B0540-69	85.04668	-69.33171	50.499
7	B1509-58	228.48175	-59.13583	150.658
8	J1846-0258	281.60392	-2.97503	325.684



Posizioni angolari dei bersagli tracciate nel fotogramma J2000 (Laboratory of Space Technology, Pechino)

Da parte NASA la missione Station Explorer for X-Ray Timing and Navigation (SEXTANT) è una dimostrazione tecnologica migliorata della missione Neutron Star Interior Composition Explorer (NICER), una missione astrofisica sulla Stazione Spaziale Internazionale (ISS) che è stata lanciata nel giugno del 2017. Lo strumento NICER è un telescopio a raggi X di puntamento di precisione che cronometra gli arrivi di fotoni provenienti da pulsar che la missione SEXTANT utilizza per eseguire la navigazione autonoma a raggi X (XNAV). Confrontando il tempo di arrivo rilevato dei fotoni a raggi X con un riferimento di modelli di temporizzazione pulsar previsti, è possibile dedurre una misurazione dell'intervallo e della velocità in base al ritardo del tempo di luce. Poiché sia le informazioni sui tempi che sull'orientamento provengono da una fonte celeste, questa tecnologia potrebbe fornire una capacità di navigazione simile al GPS, disponibile in tutto il nostro Sistema Solare e oltre. Le applicazioni che XNAV può supportare includono missioni su pianeti esterni e interstellari, missioni con equipaggio, missioni in orbita di librazione e infrastrutture attuali come la Deep Space Network (DSN). Il team di SEXTANT ha completato con successo una prima dimostrazione di XNAV nello spazio nel novembre 2017. NICER e SEXTANT hanno team separati, con NICER che è il team principale con i propri obiettivi scientifici. Le modalità operative per entrambe le missioni devono avere componenti concorrenti e indipendenti, nonché un sistema di terra integrato. Nell'approfondimento è riportato il documento che descrive l'infrastruttura operativa e le operazioni per l'esecuzione della navigazione Pulsar a raggi X con la dimostrazione Station Explorer for X-ray Timing and Navigation Technology (SEXTANT). Questo documento descrive prima l'infrastruttura implementata, poi il concetto di operazioni e infine le operazioni per la dimostrazione SEXTANT e le lezioni apprese.