

## NAVIGAZIONE SPAZIALE CON PULSAR A RAGGI X

*La navigazione autonoma delle sonde spaziali basata sulle pulsar X ha compiuto un altro passo in avanti grazie al satellite cinese Insight-HXMT: è stato sperimentato con successo un nuovo sistema di localizzazione che permette di utilizzare il segnale anche di una sola sorgente. Riprendiamo, con autorizzazione, da MEDIA INAF del 27 agosto 2019 un articolo di Stefano Parisini.*



Il satellite Hard X-ray Modulation Telescope (HXMT), chiamato anche "Insight". Crediti: HXMT

Un articolo da poco uscito su *The Astrophysical Journal Supplement* riporta il successo dell'esperimento di determinazione della posizione e navigazione grazie all'osservazione di pulsar compiuto dal satellite Insight-HXMT (Hard X-ray Modulation Telescope), il primo osservatorio per raggi X messo in orbita dalla Cina nel 2017. L'orbita del satellite, riportano gli autori dello studio, è stata determinata in maniera autonoma dallo stesso veicolo spaziale con un'accuratezza di 10 chilometri.

La navigazione basata sulle pulsar a raggi X (in sigla Xnav, *X-ray pulsar-based navigation*) è un tema recente (ne abbiamo parlato qui tre anni fa, ad esempio), ma già piuttosto consolidato. In breve, l'esigenza è di svincolare le sonde spaziali dai servizi terrestri (tipo la Deep space network) che, tramite onde radio, forniscono i dati di posizione e velocità alle sonde medesime. Questo si realizza prendendo come "orologio" di riferimento l'emissione pulsata in raggi X di una pulsar, appunto, che ha una cadenza estremamente precisa e stabile, comparabile a quella degli orologi atomici terrestri.

Utilizzando lo strumento Nicer, nel 2018 la NASA provò con successo l'Xnav sulla Stazione spaziale internazionale, ritenendolo adeguato per le future missioni lunari e marziane. Lo stesso fece nel 2016 l'Accademia cinese delle scienze sulla stazione spaziale Tiangong-2 e grazie all'Xpnav-1, un satellite sperimentale appositamente concepito per testare la tecnica Xnav.



La Nebulosa del Granchio, al cui centro è visibile la Pulsar. L'immagine combina dati ripresi nel visibile da HST (in rosso) e nei raggi X da Chandra (in blu). Crediti: NASA / CXC / HST / ASU / J. Hester *et al.*

Poi è toccato al satellite Insight-HXMT che, nell'estate 2017, ha osservato l'emissione in raggi X della Pulsar del Granchio. In questa occasione, spiegano gli autori dell'esperimento, è stato migliorato ulteriormente l'algoritmo di navigazione autonoma, denominato SEPO (Significance Enhancement of Pulse-profile with Orbit-dynamics), applicandolo ai dati osservativi di tutti i tre telescopi per raggi X con cui è equipaggiato Insight-HXMT.

Lo studio ha dimostrato che l'orbita del satellite può essere determinata con successo utilizzando anche solo uno dei tre telescopi. Combinando invece tutti i dati dei tre telescopi, la posizione di Insight-HXMT è stata individuata entro un raggio di 10 km, una misura paragonabile a quella ottenuta sulla Stazione spaziale internazionale. Inoltre, i risultati di varie simulazioni mostrano che questo metodo funziona per differenti pulsar.

«Utilizzando il satellite per astronomia X Insight-HXMT, i ricercatori cinesi hanno sperimentato un nuovo sistema di navigazione autonoma che utilizza come segnale di riferimento quello proveniente da pulsar al millisecondo», spiega Mauro Orlandini dell'INAF di Bologna, coinvolto in progetti di analisi scientifica dei dati provenienti da Insight-HXMT. «A differenza del sistema tradizionale, che utilizza unicamente la stabilità del periodo della pulsar, il nuovo sistema, detto SEPO, utilizza anche la forma dell'impulso per ricavare la posizione del satellite. Il vantaggio è che con SEPO basta osservare una sola pulsar, mentre con il sistema tradizionale sono necessarie almeno quattro pulsar per ottenere posizioni con precisione dell'ordine della decina di km».

Dunque, un altro passo in avanti per la navigazione autonoma basata sulle pulsar a raggi X, grazie alla quale le future missioni spaziali potranno ottenere maggiore autonomia, tempi ridotti per le manovre nello spazio profondo e una riduzione dei costi per la loro realizzazione.

**Stefano Parisini**

<https://www.media.inaf.it/2019/08/27/pulsar-hxmt-deep-space/>

S. J. Zheng, S. N. Zhang, F. J. Lu *et al.*, "In-orbit Demonstration of X-Ray Pulsar Navigation with the Insight-HXMT Satellite", *The Astrophysical Journal Supplement Series*, Volume 244, Number 1  
<https://arxiv.org/pdf/1908.01922.pdf>

<http://english.ihep.cas.cn/doc/3733.html>

<http://www.hxmt.org/index.php/englishnews>

<https://www.media.inaf.it/2016/08/05/sistema-gps-a-base-di-pulsar/>