

Hipparcos, Gaia in Hubble

Tekavec Jernej Vidmar Blaž

Univerza v Ljubljani
Fakulteta za gradbeništvo in geodezijo

20. april 2012

Astrometrija

Hipparcos

Gaia

Hubble

Astrometrija

Veja astronomije

- ▶ Določevanje položajev, magnitud, barve, rektascenzije, deklinacije, **zvezdne paralakse**, . . .
- ▶ Izdelava zvezdnih katalogov.
- ▶ Definiranje referenčnega sestava za astronome, podatke za nebesno mehaniko, gibanje zvezd, astronomijo galaksij, . . .

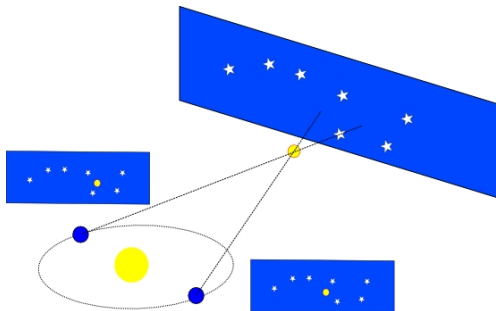
Astrometrija

Zvezdna paralaksa

Omogoča določevanje oddaljenosti astronomskih objektov.

V preteklosti določena le za najbližje zvezde.

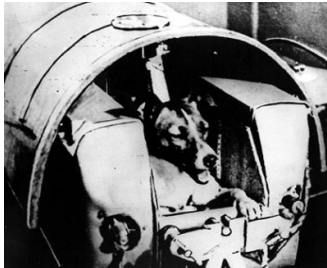
Navidezno premikanje zvezde, ko jo opazujemo iz različnega položaja Zemlje na poti okoli Sonca.



Astrometrija

Meritve

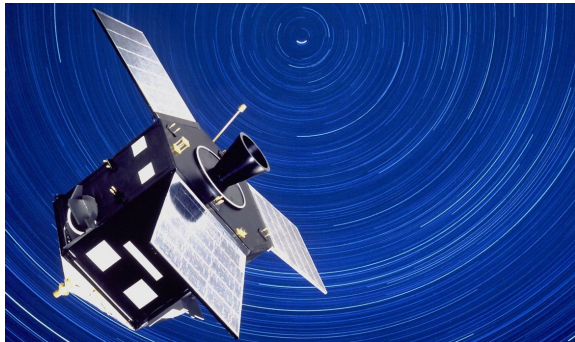
- ▶ Zemeljski teleskopi - problem vpliva atmosfere.
 $\sigma \approx 0.5''$ v odličnih pogojih in $\sigma \approx 1.5''$ v realnih pogojih.
Npr. problem opazovanja Plutona s paralako $\approx 0.1''$.
- ▶ Rešitev se je pojavila z začetkom vesoljske dobe.
Projekti Hipparcos (ESA), Gaia (ESA), Space Interferometry Mission (NASA),...



Hipparcos

High Precision PARallax COLlecting Satellite

- ▶ Prvi satelit izstreljen za potrebe astrometrije.
- ▶ European Space Agency
- ▶ Izstrelitev: Avgust 1989 v Francoski Gvajani
- ▶ Trajanje misije 3.5 let



Hipparcos

Cilji in dosežki misije

- ▶ Vzpostavitev referenčne sestava
- ▶ Izboljšanje modelov razvoja in struktur zvezd
- ▶ Opis gibanja in dinamike galaksij. . .

Izdelava katalogov:

- ▶ **Tycho** (1.058.332 zvezd)
- ▶ **Tycho-2** (2.539.913 zvezd)
- ▶ **Hipparcos** (118.218 zvezd)

Primer izpisa iz kataloga za **Polaris, HIP: 11767**:

Field	Value	Field Description
H0 : H		Catalogue (H = Hipparcos, T = Tycho)
H1 : 11767		Identifier (HIP number)
H2 :		Proximity flag
H3 : 02 31 47.08		Identifier RA, h m s (J1991.25)
H4 : +89 15 50.9		Identifier Dec, d m s (J1991.25)
H5 : 1.97		V (Johnson) magnitude
H6 : 1		Coarse variability flag
H7 : H		Source of magnitude identifier
H8 : 37.94614689		alpha, degrees (J1991.25)
H9 : 89.26413805		delta, degrees (J1991.25)
H10 :		Reference flag for astrometry
H11 : 7.56		Trigonometric parallax (mas)
H12 : 44.22		mu_alpha* (mas/yr)
H13 : -11.74		mu_delta (mas/yr)
:		
:		
:		
H75 : 0.68		V-I (mag) used for reductions
H76 : F7:lb-llv SB		Spectral type
H77 : G		Source of spectral type

- ▶ Nadaljevanje misije Hipparcos (ESA)
- ▶ Predvidena izstrelitev avgusta 2013
- ▶ Cilj je izgradnja kataloga z približno milijardo zvezd (1% zvezd v galaksiji Rimska cesta)
 - ▶ Vsak objekt posnet vsaj 70 krat v obdobju 5 let
 - ▶ Položaj objekta
 - ▶ Parametri spremembe položaja skozi čas
 - ▶ Zvezdna paralaksa
 - ▶ Radialna hitrost (Dopplerjev efekt s pomočjo spektrometra)
 - ▶ Predvidena natančnost meritev $\approx 20\mu\text{s}$ do magnitude 15 in $\approx 200\mu\text{s}$ do magnitude 20

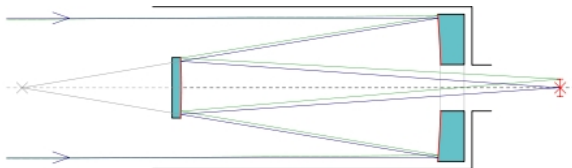
Osnovni podatki:

- ▶ NASA v sodelovanju z ESA
- ▶ Izstrelitev 24. 4. 1990, misija še traja
- ▶ Orbita 559 km (LEO), skoraj krožna
- ▶ Glavno zrcalo – 2.4 m
- ▶ Vidna, ultravijolična in bližnja IR

- ▶ V letu 1946 Lyman Spitzer predstavi prednosti vesoljskega teleskopa
 - V vesolju ločljivost teleskopa ni obremenjena z atmosfero
 - Možnost opazovanja v ultravijoličnem in IR spektru, ki ju atmosfera močno absorbira
- ▶ Prve misije OAO (orbiting Astronomic Observatory) in OAO-2 dokažejo smotrnost uporabe teleskopov v vesolju
- ▶ Pojavi se potreba po velikem vesoljskem teleskopu (LST – Large Space Telescope)
- ▶ Izstrelitev sprva načrtovana za leto 1983
- ▶ Vzroki za prestavitev: Challenger – nesreča, čas krize – rezanje proračuna (vključitev ESA v projekt)

Hubble Teleskop

- ▶ Tip : reflektor (Cassegrainov)
- ▶ Dve hiperbolični zrcali
- ▶ Prednosti: zelo dobre zmogljivosti ob širokem vidnem polju
- ▶ Slabosti: obe zrcali je zelo težko izdelati in kontrolirati njuno obliko
- ▶ Zrcalo je zbrušeno z natančnostjo 10 nm, kar odpravlja vpliv uklona - difrakcije
- ▶ Uporabljena posebna tehnologija podpiranja zrcala, ki simulira breztežnost



Ohišje

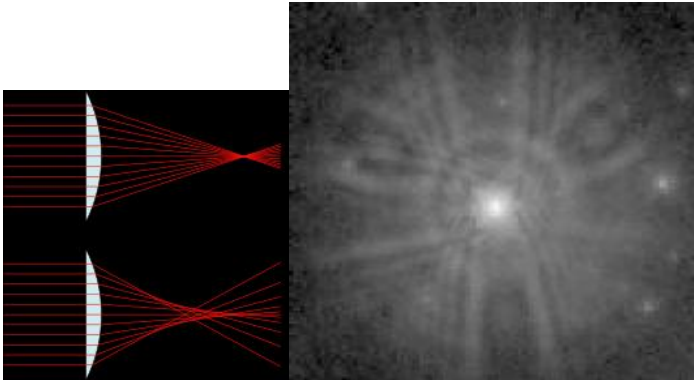
- ▶ Izdelava: Lockheed
- ▶ Dimenzije : dolžina - 5,5 m, premer - 2,9 m, teža: 114 kg
- ▶ Okolje v vesolju je izjemno neugodno zaradi neprestane menjave dneva in noči (15 krat na dan)
- ▶ Večplastna izolacija ohranja konstantno temperaturo v notranjosti, ki je potrebna za normalno delovanje instrumentov
- ▶ Na zunanji strani ga obdaja lahek aluminijast ovoj
- ▶ Konstrukcija, ki podpira instrumente in teleskop je iz ogljikovih vlaken

Instrumenti

- ▶ Sprva je bilo na krovu 5 instrumentov
- ▶ Wide Field and Planetary Camera (WFPC - širokokorna kamera in planetarna kamera). 48 filtrov za različna spektralna območja, 8 CCD senzorjev (2 kameri po 4 CCD)
- ▶ High Speed Photometer (HSP - hitri fotometer). Do 100000 meritev na sekundo, primeren za opazovanje objektov s spremenljivo svetlostjo
- ▶ Goddard High Resolution Spectrograph (GHRS - Goddard-ov visokoločljivostni spektrograf)
- ▶ Faint Object Camera (kamera za svetlobno šibke objekte)
- ▶ Faint Object Spectrograph (FOS - spektrograf za svetlobno šibke objekte)
- ▶ Zadnji trije instrumenti so uporabljali poseben fotonski detektor namesto CCD senzorjev

Začetek misije

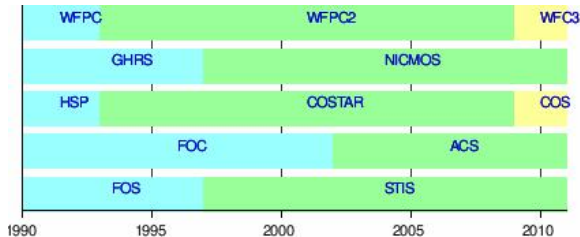
- ▶ Hitro po izstrelitvi in prvih narejenih posnetkih je bilo znanstvenikom jasno, da je z optičnim sistemom nekaj narobe.
- ▶ Pri največji povečavi se je pojavila močna sferična aberacija.
- ▶ Vzrok – na robovih je bilo glavno zrcalo premalo zakrivljeno (odstopanje 2,2 mikrometra)
- ▶ Analiza je pokazala, da je do napačnega brušenja prišlo zaradi pokvarjene naprave za preverjanje oblike zrcala
- ▶ Teleskop je bil uporaben le za spektroskopijo in za opazovanje svetlih objektov, večjega dela nalog, za katere je bil zasnovan (opazovanje svetlobno šibkih objektov), pa ni mogel opravljati.
- ▶ Razvili so poseben modul COSTAR (korektivna optika za teleskop), namenjen za prvo servisno misijo.



Slika: Optika

Servisne misije

- ▶ servisna misija 1 (STS-61 – Endeavour), December 1993
- ▶ servisna misija 2 (STS-82 – Discovery), Februar 1997
- ▶ servisna misija 3A (STS-103 – Discovery), Februar 1999
- ▶ servisna misija 3B (STS-109 – Columbia), Marec 2002
- ▶ servisna misija 4 (STS-125 – Atlantis), Maj 2009
- ▶ Instrumenti na krovu teleskopa skozi čas:



Največji dosežki

- ▶ Hubbllov vesoljski teleskop je v zgodovini astronomije eden največjih mejnikov. Njegova odkritja so korenito spremenila naš pogled na vesolje. [Klikni](#)
- ▶ Kozmologija
 - ▶ fotografije najzgodnejšega vesolja – 0,9 milijarde let od velikega poka
 - ▶ določitev starosti in hitrosti širjenja vesolja
 - ▶ opazovanje kvazarjev in odkritje črnih lukenj v središčih galaksij
 - ▶ odkritje temne snovi in energije, ki galaksije »odriva«
narazen
- ▶ Planetarna znanost
 - ▶ odkritja zvezdnih »porodnišnic«
- meglic v katerih nastajajo zvezde
 - ▶ odkritja eksoplanetov
 - ▶ opazovanja trkov kometov s planeti
- ▶ Galaktična znanost
 - ▶ opazovanja ostankov supernov, nevtronskih zvezd in izbruhov gama žarkov
 - ▶ opazovanja naše »sosede«
Andromede – podobna naši galaksiji
 - ▶ posnetki različnih koncev zvezd

Astrometrija
Hipparcos
Gaia
Hubble

