

Vážení přátelé, kolegové,
vážený pane profesore

dovolte nám, abychom vás seznámili s budoucí mocnou zbraní astrofyziky -- virtuálními observatořemi, kterým se budeme věnovat první polovinu této přednášky, a s tím, co již nyní s jejich pomocí je možné dokázat -- to bude ta druhá polovina.

Námi vybraný článek popisuje pozorování temné hmoty právě s využitím virtuální observatoře SDSS. Povíme si tedy něco málo o tomto nástroji, proč jej použít a jak se s ním pracuje. Poté o samotné pozorované temné hmotě a na závěr to bude právě zmiňovaný článek.

(Co to jsou VO)

Ve vědeckém světě (hlavně v biologii) jsou odedávna dva přístupy: in vitro, in vivo. In vitro je ve zkumavce, v buňce, kterou máte na misce pod mikroskopem a in vivo značí v živém organismu -- tedy když konkrétní látku píchnete do myšky a sledujete, jak jí na zádech roste lidské ucho. V poslední době se rozšiřuje další způsob -- in silico. Tedy v počítači. Modelují šumavský les a rozšíření kůrovce.

V astrofyzice je to adekvátní, ovšem in silico je zde mnohem silněji zastoupeno, vzhledem k tomu, že není možné si hvězdu přiblížit a rozřezat, abychom se podívali na její stavbu, ani do ní vpravit nějakou další látku, ani si urychlit celý proces hvězdného vývoje a sledovat jej (aspoň ne tak dlouho, abychom to za jeden lidský život stihli). Proto se musíme spolehnout na modely, virtualizace a další nástroje moderní doby.

Virtuální observatoře:

Je to nový koncept přístupu k astronomickým datům. Sada nástrojů, jejichž cílem je zajištění lepšího přístupu k enormně se rozvíjícímu množství astronomických dat. A to vše online.

Virtuální observatoř je kolekce datových archivů, standardů a softwarových nástrojů, které zlehčují a zpříjemňují vědeckou práci.

Ve VO jsou shromažďována data z různých dalekohledů, přehlídek a družic, takže máte vše, co potřebujete na jednom místě.

Není nutné data stahovat do svého počítače (mnohdy by se jednalo o GiB!)

O SDSS:

Společný projekt 25 nadací v USA, včetně NASA, Fermilabu, Princetonské univerzity a 22 dalších. Financován je z nadace Alfreda Sloana (prezident a chairman General Motors)

Nyní již třetí běh vědeckých programů:

SDSS-I. 2000-2005

8000 čtverečních stupňů oblohy, 5 vlnových délek spektra kvazarů a galaxií z 5700 čtverečních oblohy

SDSS-II 2005-2008

The Sloan Legacy Survey -- 230 milionů nebeských objektů, 8400 čtverečních úhlových stupňů, spektra 930 000 galaxií, 120 000 kvazarů a 225 000 hvězd

SEGUE (the Sloan Extension for Galactic Understanding and Exploration) -- Struktura, historie a vývoj Mléčné dráhy

The Sloan Supernova Survey -- Hledání supernov

SDSSIII 2008-2013

BOSS: Baryon Oscillation Spectroscopic Survey: Měření červeného posuvu v Lyman alpha

SEGUE 2: struktura, kinematika chemický vývoj vnější části galaktického disku a hala

APOGEE: Infračervená oblast, takže 'vidí' skrz prach až do vnitřní části Galaxie

MARVELS: Sleduje radiální rychlosti 11 tisíc hvězd

Nástroje SDSS:

Webové aplikace

- + přenositelnost
- + nezávislost na OS
- + téměř vždy a všude dostupné
- pomalá odezva

Aplikace s grafickým rozhraním

- + Rychlost odezvy
- Závislost na OS
- Spolupráce mezi aplikacemi musí být implicitně naprogramována

Aplikace pro CLI

- + Schopnost spolupráce s dalšími aplikacemi
- + Rychlost odezvy
- Nutnost znát program dřív, než se začne 'dotazovat'

Nástroje SDSS

Registrace = prostor

Tutoriály, prezentace, články

CasJobs - nástroj pro zadávání úloh

MyDB - Vlastní prostor pro vlastní tabulky a data

<http://casjobs.sdss.org/dr7/en/>

<http://casjobs.sdss.org/casjobs/>

Zdarma vytvoření účtu, 0.5 GB osobního pracovního prostoru v rámci tzv. CasJobs

MyDB -- vlastní databáze, možno propojovat s databází SDSS, přístup přes www rozhraní nebo terminál

Příklad SQL dotazu: Získání identifikátorů spekter galaxií se $0 < z < 0.12$

```
SELECT SpecObjID
Into mydb.galaxieZ0do012
From SpecObj
WHERE SpecClass = dbo.fSpecClass('Galaxy')
AND 0 < z AND z < 0.12
AND ra BETWEEN 180 and 195
AND dec BETWEEN 43.5 and 48
```

Temná hmota:

- 23% hmoty/energie vesmíru, neinteraguje elektromagneticky
- objevitel Fritz Zwicky (1933) - dynamika kupy galaxií ve Vlasech Bereniky - nesoulad mezi hmotností zářící hmoty a hmotností nutné k udržení kupy pohromadě - nebaryonová temná hmota (průhledná hmota)

analogie ve spirálních galaxiích - baryonovou hmotu obklopuje halo z temné hmoty (stavbu určuje temná hmota - je jí víc)

gravitační čočky - výpočet hmotnosti mezilehlé galaxie

vesmír velkých měřítek (vlákna) - numerické simulace (Max Planck Institute)

pravděpodobně částicové povahy:

chladná - většina - zachována prvotní struktura vesmíru zjištěna z fluktuaace reliktního záření -

kandidáti - wimpisy (s-neutrino), wimpzilly, axiony

horká - neutrino

článek:

Observing the Dark Matter Density Profile of Isolated Galaxies from SDSS Satellite Dynamics.

Francisco Prada 2003, ApJ, 598, 260-271 [2003ApJ...598..260P](#)

- využití SDSS ke studiu vybraných izolovaných galaxií a jejich satelitů - měření profilu hala z temné hmoty

- 2500 čtverečních stupňů oblohy, 3000 galaktických satelitů

- hlavní otázka: hustota nepřímo úměrná r^2 a konstantní rychlostní disperze (rovná rotační křivka) x hustota nepřímo úměrná r^3 a postupně klesající rychlostní disperze (kosmologické modely)

- do té doby neúspěšné zodpovězení této otázky z důvodu velké chyby u rychlostí vzdálenějších satelitů: nedostatečné vyloučení tzv. vetřelců (interlopers) ze vzorku galaktických satelitů + nedostatečné statistické zpracování

- nový přístup: propracovaný matematický model - velké množství pozorovaných galaxií a přísná kritéria pro jejich výběr + odstranění interloperů

Výsledky:

- první přímý důkaz kosmologických modelů - vyvrácení tzv. modifikované gravitace
- rychlost obíhajícího satelitu se snižuje asi od vzdálenosti 20 kpc od středu galaxie ze zhruba 120 km/s na 60 km/s ve vzdálenosti 350 kpc
- halo z temné hmoty má poloměr až 350 kpc