

# Čo presne rátame v projekte MilkyWay@home? (alebo aj inak - vedecké pozadie polopatisticky)

Kategórie:

- [Astronómia](http://www.boinc.sk/taxonomy/term/104) <<http://www.boinc.sk/taxonomy/term/104>>
- [Fyzika](http://www.boinc.sk/taxonomy/term/99) <<http://www.boinc.sk/taxonomy/term/99>>

Projekt:

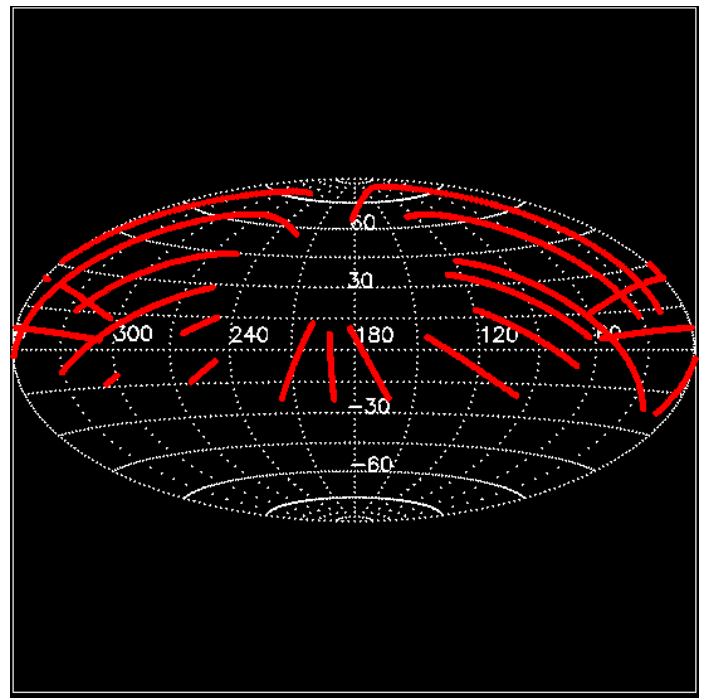
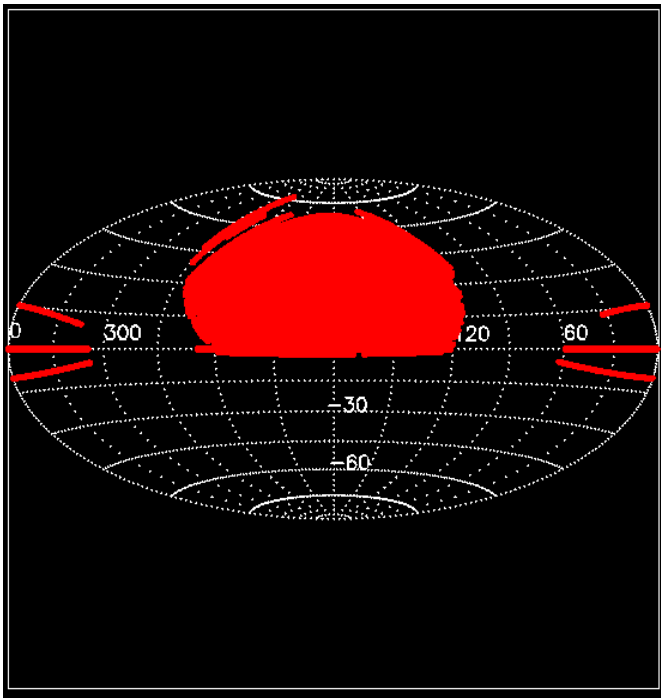
- [MilkyWay@Home](http://www.boinc.sk/taxonomy/term/88) <<http://www.boinc.sk/taxonomy/term/88>>

V tomto článku si zrozumiteľnou rečou popíšeme, čo presne sa v projekte MilkyWay@home počíta. Nemusíte mať takmer žiadne znalosti o astronómii, nebeskej mechanike ani záležitostiach okolo pohybu našej Galaxie, čiže Mliečnej dráhy. Stačí ak sa zúčastňujete na tomto projekte a zaujímajú vás nielen kredity ale aj veda za tým - v tom prípade smelo do čítania. Nebude to dlhé ani nijak prehnane intelektuálne náročné.

Podme teda na to, galaktickí obyvatelia!

Na začiatku bol veľký výbuch Big Bang. Po ňom sa postupne začali vytvárať hviezdy. Len úplne nedávno sa objavili bytosti zvané ľudia a každý večer sa človek pozeral na oblohu (pokiaľ ho práve nenaháňal mamut či záujemca o jeho ženu) a uvedomil si, ako je hviezdna obloha neuveriteľne komplexná. Putujúce planéty blúdiace pomedzi neustále sa meniacou mozaikou mytológie a mysticizmu. Hviezdna obloha bola jednou z najväčších záhad pre praveký svet - čo tie obrazce na oblohe znamenajú?

Projekt MilkyWay@home je postavený na prehliadke oblohy zvanej Sloan Digital Sky Survey (<http://www.sdss.org>), ambicióznym projektom, ktorého cieľom je zmapovať čo najväčšiu časť oblohy. Do dnešného dňa SDSS zmapovala približne štvrtinu oblohy, zaznamenajúc zhruba 300 miliónov objektov.



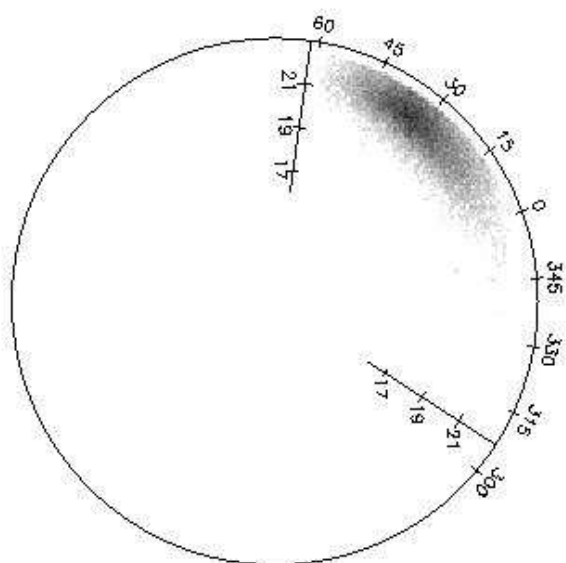
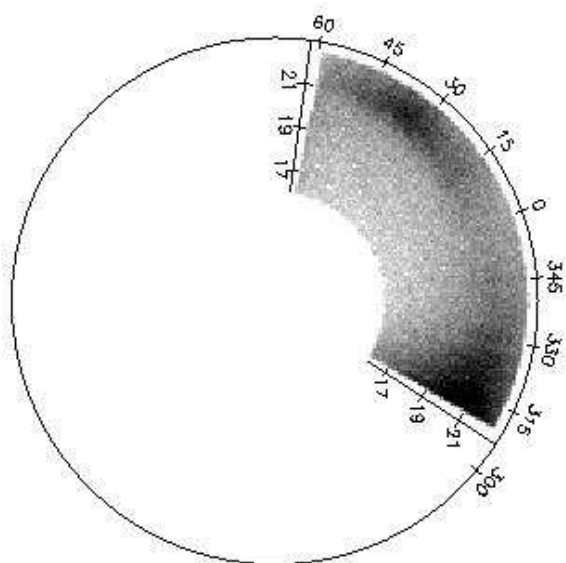
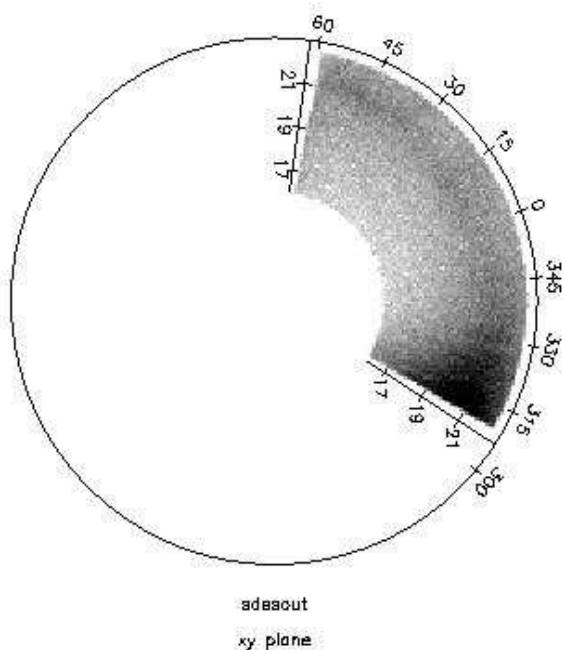
Na týchto obrázkoch vidíte galaktickú šírku a dĺžku oblastí (podobne ako pri Zemi aj Galaxia má šírku a dĺžku odvíjajúcu sa od galaktického rovníka - roviny rotačného disku), ktoré už SDSS pokrýva (SDSS1 naľavo a SDSS2 napravo - červené oblasti znázorňujú zmapované časti oblohy).

Ale čím v skutočnosti je množstvo tých miliónov bodov v 3D priestore, ktoré sa zaznamenali, okrem toho, že je to poriadne tvrdý oriešok na rozlúsknutie? Istotne, môžeme sa snažiť dať všetky tieto body spoločne do grafu a získať úžasnú mapu oblohy, ale ešte raz - čo tieto obrázky znamenajú, aký majú hlbší význam, súvislosti a dopady na nás a naše znalosti?

Tu už prichádzajú k slovu výskumníci astrofyzici. Jedným z "horúcich zemiakov" súčasnej galaktickej astronómie (zaoberajúcej sa len našou Galaxiou) je momentálne mapovanie galaktických ramien a hviezdnych prúdov. Všeobecná predstava je taká, že Mliečna dráha v skutočnosti obsahuje viacero malých galaxií, s najväčšou pravdepodobnosťou zvyškov z galaktických zrážok (kliknite [sem](http://rpi.edu/~vickej2/boincPics/surf.mpg) <<http://rpi.edu/~vickej2/boincPics/surf.mpg>> pre simuláciu procesu, ktorý galaxiu roztrhá na hviezdny prúd. Simuláciu uskutočnila Kathryn Johnson z Columbia University). Tieto zrážky nastali v pradávnych dobách, ale pokračujú so zníženou intenzitou dodnes. Nemajte však obavy, na rozdiel od hlúposti je tento proces prakticky neškodný. Hviezdy ani planéty sa vďaka nesmierne prázdny priestorom medzi nimi prakticky nikdy nezrážajú, zrážky galaxií majú vplyv len na galaxie ako celok a to vďaka gravitácii. Takzvaná Trpasličia galaxia v Strelcovi je jedna z najbližších takýchto zničených galaxií prežívajúcich vnútri našej Mliečnej dráhy a je preto objektom primárneho záujmu astronómov vrátane projektu MilkyWay@Home.

Vo všeobecnosti sa akýkoľvek astrofyzikálny problém točí okolo vytvorenia počítačového modelu, ktorý by replikoval situáciu, ktorá vidíme na oblohe - ak model súhlasí, tak môžeme využiť danú informáciu a vedomosť na posun k zložitejšiemu problému. Momentálne je aplikácia MilkyWay@home v štádiu modelovania "plátkov" či rezov hviezd. Hrúbka rezu je 2.5 stupňa (tvar sa obvykle nazýva jednoducho "výrez", či "krajec") a program sa snaží vytvoriť výrez s rovnomernou

hustotou hviezd odstránením hviezdnych prúdov či ramien. Odstránené hviezdne prúdy majú zvyčajne cylindrické rozloženie (to znamená hustejšie v blízkosti stredu prúdu a čoraz redšie smerom k jeho okraju).



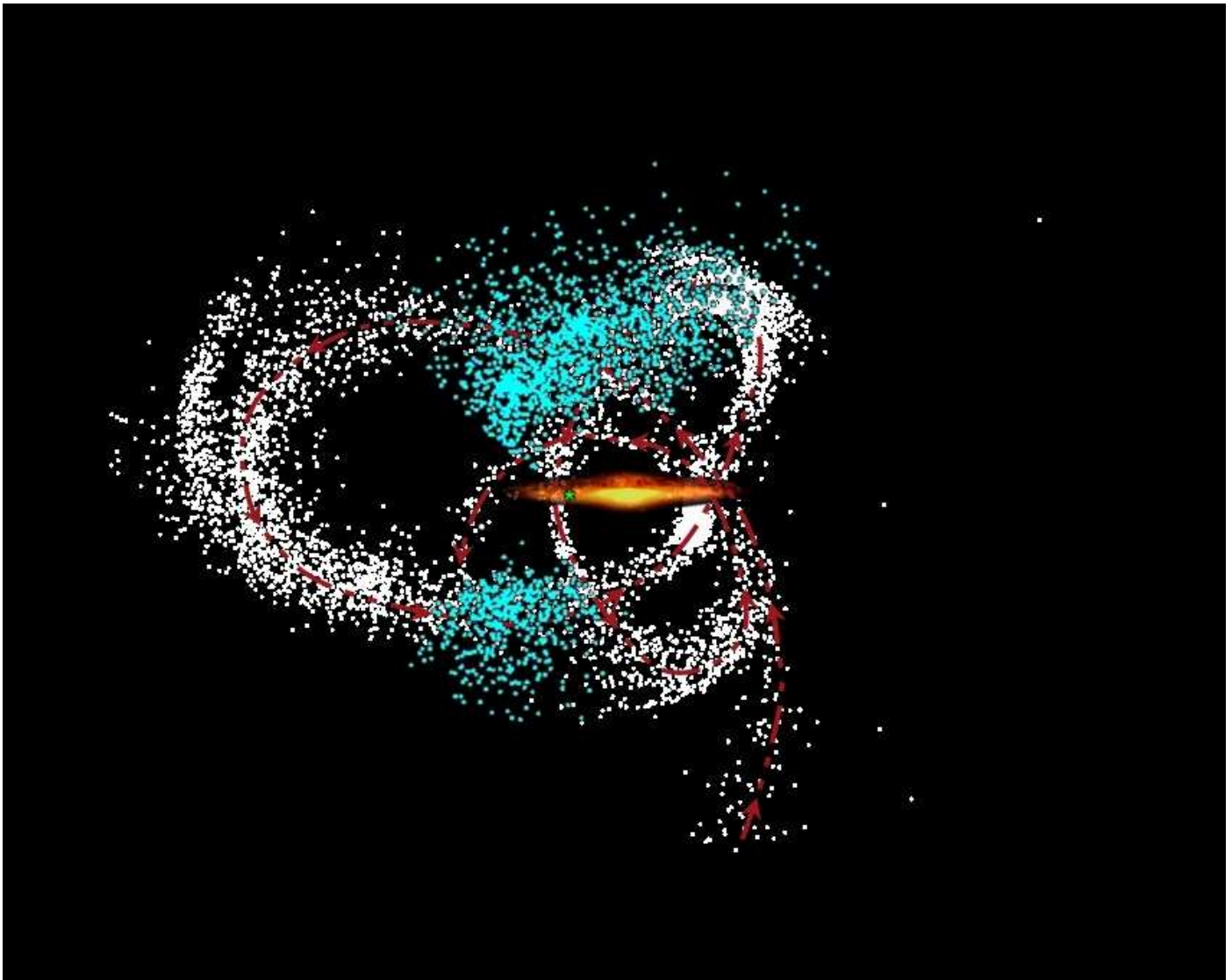
Na týchto obrázkoch vidíte ukážku procesu oddelenia hviezdnych prúdov. Pravý horný obrázok znázorňuje vstupné údaje, výrez - je to vlastne hustotná mapa prierezu oblohy, kde tmavšie oblasti predstavujú miesta s vyššou hustotou hviezd, zatiaľ čo svetlejšie oblasti obsahujú hviezd menej. Na spodnej časti obrázku vidíte odstránené hviezdy, ľavý horný obrázok zobrazuje výslednú oblasť po

odčítaní týchto odobratých hviezd (ktorá by mala byť homogénna, rovnomerne zaplnená zvyšnými hviezdami). Pre informáciu - my (Slnečná sústava) sme presne v strede daných obrázkov, keďže - pochopiteľne - všetky dáta boli získané meraniami z našej materskej planéty. Medzihviezdne či hyperpriestorové cestovanie zatiaľ bohužiaľ neovládame, takže sme na tom podobne ako fotograf/kartograf v lese snažiaci sa urobiť mapu okolia bez satelitných máp či leteckých záberov, navyše priviazaný reťazou k jednému miestu - neľahká úloha, najmä ak vám výhľad zakrývajú okolité stromy (pre astronómov je to zas medzihviezdny prach a plyn).

Ale vráťme sa k téme - každý takto odobratý prúd hviezd je definovaný šiestimi parametrami:

- hmotnosť (percento hviezd ktoré sú v prúde)
- $\mu$  (uhlová poloha prúdu - inými slovami analóg polohy "ručičiek na hodinách", čiže v akom smere na kružnici sa prúd nachádza)
- $r$  (radiálna vzdialenosť, čiže vzdialenosť od stredu - od našej materskej planéty)
- $\phi$  (parameter hovoriaci o 3D orientácii odstráneného prúdu hviezd)
- $\theta$  (druhý požadovaný priestorový uhol)
- $\sigma$  (miera šírky prúdu).

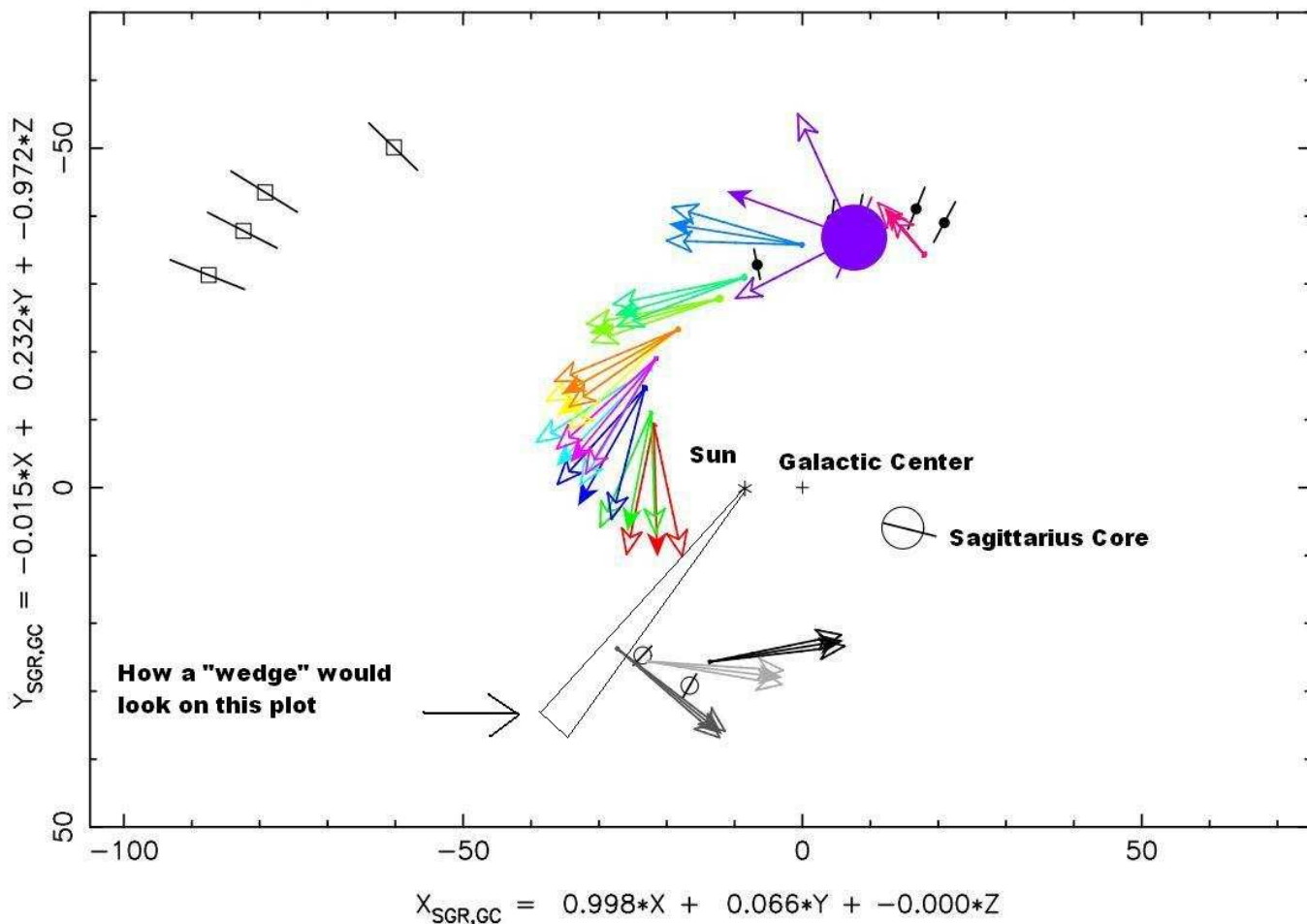
Navyše, pozadie každého výrezu má ďalšie dva parametre -  $q$  (miera plochosti sféroidu) a  $r_0$  (miera priemeru jadra sféroidu). Možno tieto parametre nie sú bez detailného grafického vysvetlenia pre laika celkom ľahko predstaviteľné a pochopiteľné, ale dôležité je uvedomiť si fakt, že každý výpočet má teda  $2+6n$  parametrov, kde  $n$  je počet prúdov hviezd, ktoré modelujeme.



Na tomto obrázku vidíte pohľad na jednu z možností (vyplývajúcich zo simulácie) spomínaného Trpasličieho prúdu v súhvezdí Strelca. Disk v strede je naša Galaxia so Slnkom ako malou zelenou hviezdíčkou vnútri disku. Modré body sú hviezdy prúdu Strelca, ktoré sú predmetom štúdia (zmapované prehliadkou SDSS). Toto je len priemet prúdu na plochu. Ak chcete vidieť trojdimenzionálnu štruktúru, kliknite na [3D model](#), ktorý vytvoril David Law z University of Virginia. Zaujímavé pri tomto obrázku je uvedomiť si skutočnosť, že vidíme v podstate zvyšky "roztrhanej" cudzej galaxie, ktorú pohltila (či presnejšie ešte stále pohlcuje) naša Galaxia - je to ako momentka medzigalaktickej havárie, ktorá skončila zánikom menšej galaxie (ktorej jadro mimochodom vidieť ako bielu elipsu tesne vpravo dole pod diskom našej Galaxie) a posilnením nášho materského hviezdneho ostrova. Je to jedna z mnohých podobných zrážok, ktoré viedli k sformovaniu našej relatívne veľkej Mliečnej dráhy...

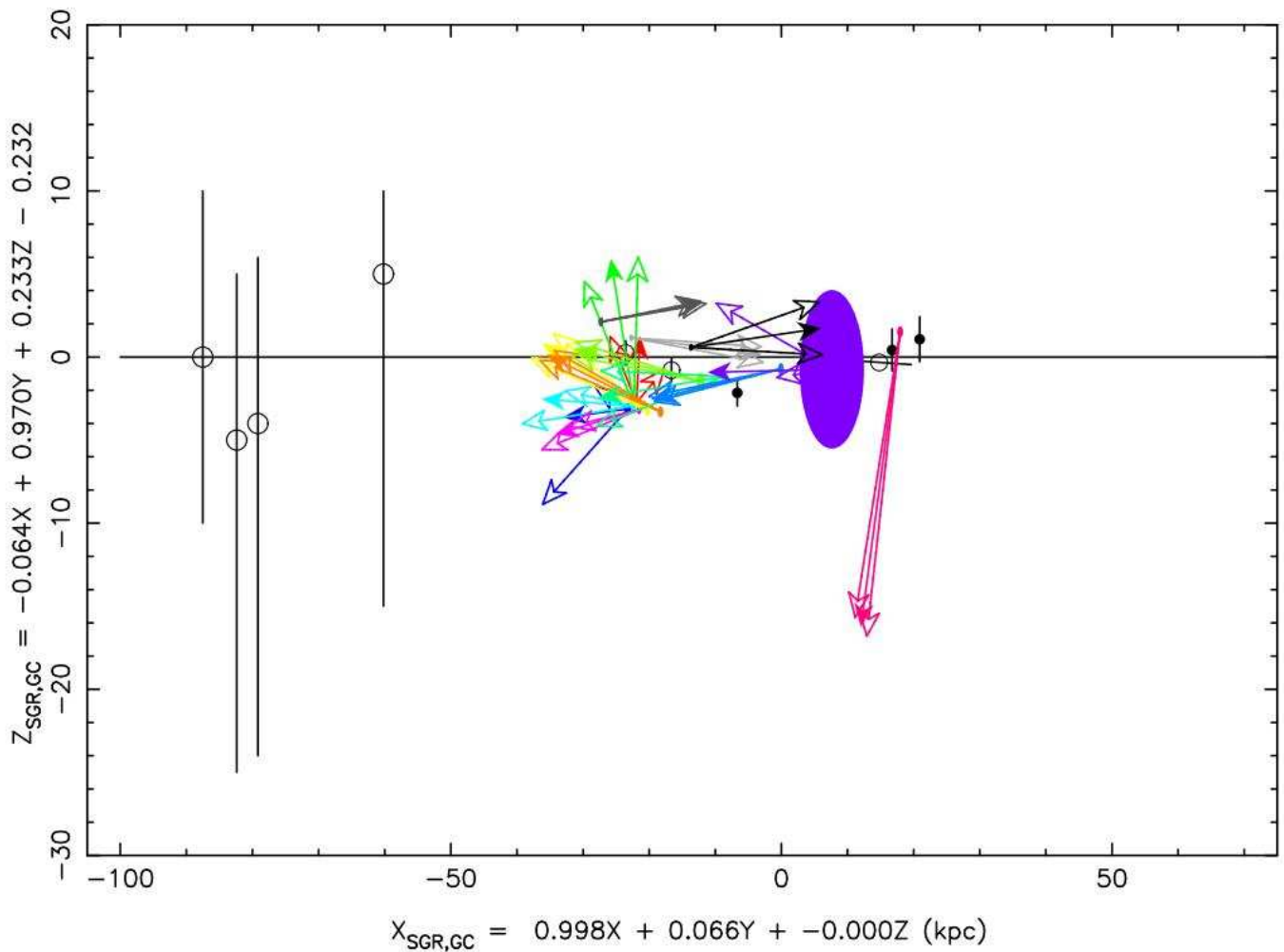
Cieľom celého snaženia je získať čo možno najviac bodov prostredníctvom BOINC - pomocou parametrov "mu" a "r" je možné určiť polohu v priestore a parametre "phi" a "theta" zas určujú smerovanie prúdu v priestore. Výsledkom je obrázok ako je ten, ktorý vidíte vyššie.

Stripes: 23, 22, 21, 20, 19, 18, 17, 16, 15, 13, 11, 9, 79, 82, 86,



A tu si môžete pozrieť obrázok pozícií bodov a ich orientácie od Nathana Colea, obrázok je významovo totožný s predchádzajúcim, ale je menej "ľúbezný" a názorný - zato viac realistický (tak už v živote chodí :-)

Stripes: 23 22 21 20 19 18 17 16 15 13 11 9 79 82 86



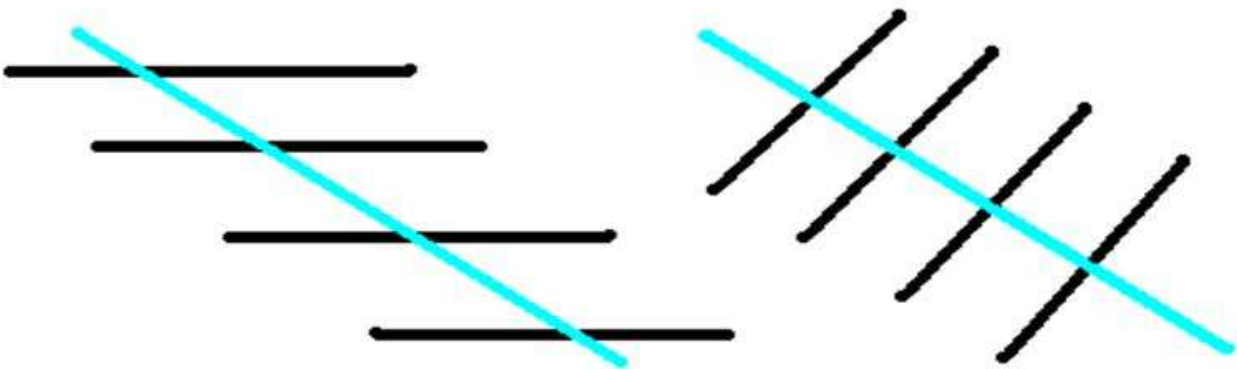
Na tomto obrázku vidíte opäť to isté, ale v rovine kolmej na predchádzajúci obrázok. Inými slovami - predstavte si, že list papiera, na ktorom máte nakreslený pôvodný obrázok, začnete natáčať, až kým ho nebudete vidieť úplne z boku ako tenučký hárok či čiaru. Táto čiara (ktorá reprezentuje rovinu) je zobrazená ako stredová čiara na obrázku. Takže skombinovanie týchto dvoch obrázkov dohromady vytvorí trojrozmernú reprezentáciu bodov a teda aj smerovania prúdov v priestore.

Z každej simulácie (skladajúcej sa z mnohých pracovných jednotiek, WUs) je teda potrebné získať tri užitočné údaje/stavy:

1. Na obrázku s vyseparovanými hviezdami/bodmi by malo zostať rovnomerne rozložené pozadie - ak by tam zostávali nerovnomernosti, znamenalo by to, že nie sú správne vypočítané sférické parametre.
2. Vektory (čiže smerovanie bodov v priestore) by mali byť kohézne (čiže súdržné, mali by mať vzájomnú súvislosť) - prúd hviezd by mal pekne prúdiť priestorom, a nie cik-cak pobehovať rozhádzaný kade-tade.
3. Vektory prislúchajúce kolmej rovine by mali byť k nej čo najviac paralelné - opäť z dôvodu, že prúd by mal pekne plávať priestorom a nesprávať sa ako stádo oviec bez ovčiarskeho psa.

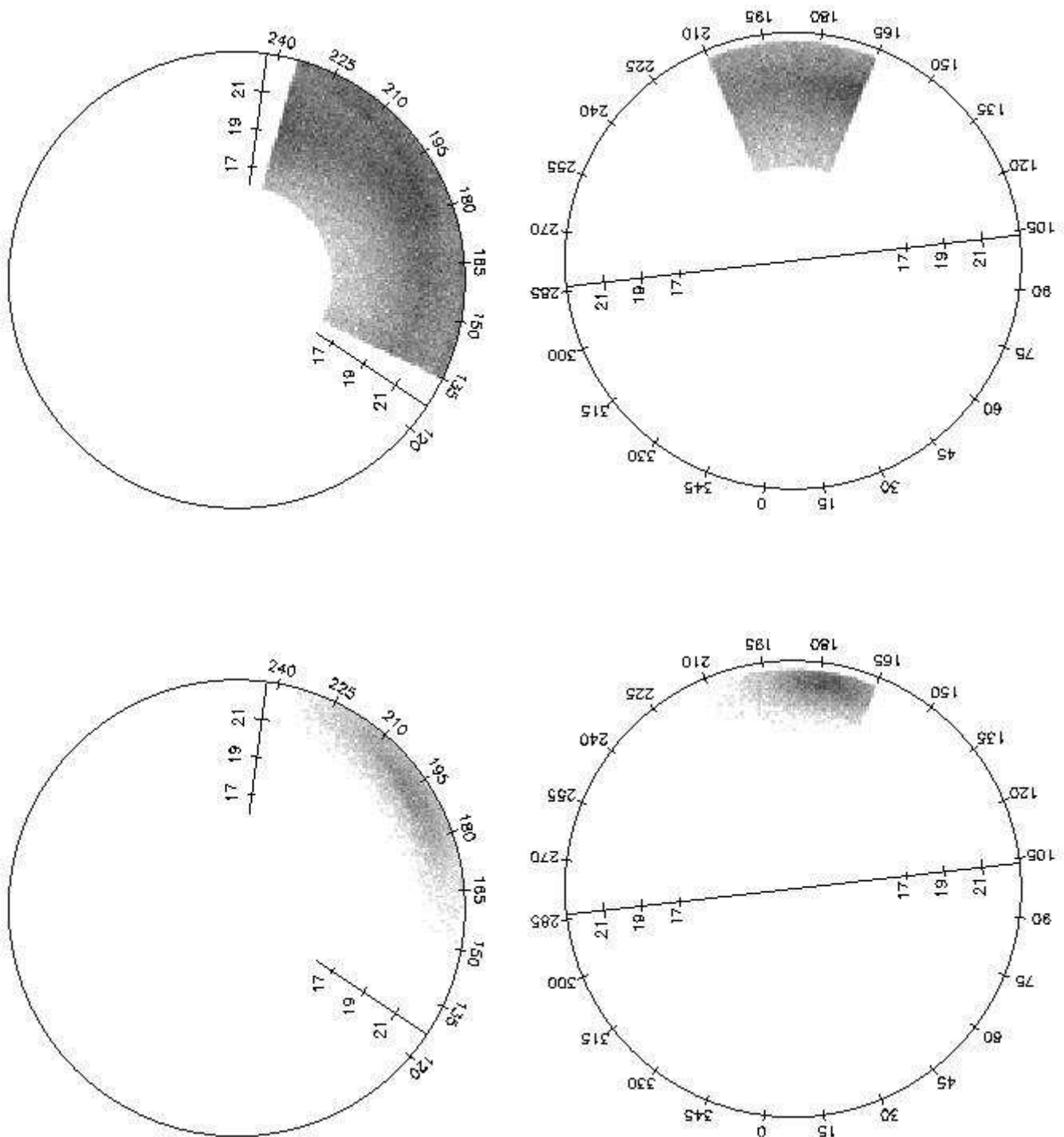
Všetky tieto tri body a kroky smerujúce k ich naplneniu sú už zrealizované - a Nathan napísal o tom [dizertačnú prácu](#) (PhD práca).

Takže - na čom sa teda pracuje v súčasnosti (leto 2009)? V zásade je hlavným terajším cieľom vylepšiť existujúce postupy a údaje tak, aby mali väčšiu presnosť. Za týmto účelom boli skombinované dohromady všetky dáta z prehliadky SDSS, a z nich sa vyfiltrovali výrezy, ktoré sú kolmé na hviezdny prúd - dôvodom je to, že kolmé prierezy je oveľa ľahšie zanalyzovať ako prierezy pootočené o nejaký iný uhol - a teda chyby a neistoty výpočtov budú pri takomto prístupe menšie. Práve nedávno sa začali distribuovať pracovné jednotky s touto novou geometriou (ak sa pozriete na svoje WUs, v názve majú reťazec "\_sgr\_"), aj keď v skutočnosti sa na tomto kroku pracovalo už od leta 2008 na 88 procesorovej gridovej sieti v RPI (Rensselaer Polytechnic Institute). Pre porovnanie - na gridovej sieti trvala jedna simulácia cca týždeň, teraz pomocou BOINC sa získa 5 simulácii za deň! (jedna simulácia sa skladá z mnohých pracovných jednotiek, WUs).



Na tomto obrázku vidíte jednoduché znázornenie predchádzajúcej myšlienky: modrá čiara predstavuje analyzovaný hviezdny prúd, zatiaľ čo čierne čiary zodpovedajú výrezom dát. Ľavý obrázok zobrazuje pôvodnú situáciu, zatiaľčo pravý obrázok zlepšenú súčasnú analýzu.





Na tomto poslednom zloženom obrázku vidíte ukážku dvoch výrezov z rovnej časti 3D priestoru - ľavá dvojica obrázkov vypočítaná pôvodnými menej presnými simuláciami obsahuje zdanlivo dlhý prúd, ktorý sa ťahá skoro cez celý výrez, zatiaľ čo na pravom obrázku s novým algoritmom je prúd kratší, kompaktnější a presnejšie identifikovaný, čo je dôsledkom menších neistôt v simulácii (a teda viac zodpovedá realite).

Takže základným cieľom pre BOINC v súčasnosti je uskutočniť vylepšené simulácie doposiaľ objavených prúdov, ktoré poskytnú nielen konzistentné výsledky tak ako pôvodné simulácie, ale predovšetkým presnejšie a realistickejšie výsledky. Ak všetko pôjde podľa plánu, tak optimisticky o niekoľko mesiacov sa ako ďalší krok uskutoční hľadanie a vyseparovanie všetkých ostatných hviezdnych prúdov existujúcich v dátach z prehliadky SDSS.

Je to jedna z napínavých a veľmi aktuálnych tém súčasnej astrofyziky - v prvom rade, presná pozícia a smerovanie Prúdu v Strelcovi stále nie je celkom istá a je predmetom diskusií. Časť vedcov sa domnieva, že Slnko leží mimo tohto prúdu, druhá časť vedcov si naopak myslí, že sme jeho súčasťou. Sféroïdný model Galaxie ešte stále nie je dokončený - pritom takýto model by výrazne uľahčil galaktické simulácie, pretože by zredukoval počet neznámych parametrov v simuláciách. A v neposlednom rade by výrazne prispel ku skúmaniu temnej hmoty v našej Galaxii (keďže tá výrazne ovplyvňuje pohyb ramien a hviezdnych prúdov).

A ešte na úplný záver jeden zaujímavý dodatok - viete, prečo je znalosť polohy Slnka a jeho vzťahu ku galaktickému okoliu natoľko zaujímavá a dôležitá? Odpoveď je napínavá - pretože od toho závisí výrazne aj osud života na našej Zemi. Dôvod je ten, že ak naše Slnko leží medzi ramenami (a čiastočne aj medzi hviezdnyimi prúdmi), má to dva dôležité dopady - jednak je v jeho okolí nižšia hustota medzihviezdneho plynu a prachu (čiže medzihviezdnych mračien) a jednak je nižšia hustota samotných hviezd. Poviete si - no a čo? Má to však vplyv na úroveň kozmického žiarenia na Zemi (vyššia hustota medzihviezdnej látky stláča nárazovú vlnu slnečného vetra bližšie k Zemi), hustotu komét a asteroidov dopadajúcich na Zem a potenciálne ohrozujúcich život na Zemi (keďže či už medzihviezdne mračná alebo aj blízky prechod iných hviezd uvoľňuje kométy z tzv. Oortovho oblaku na periférii Slnečnej sústavy, obsahujúceho miliardy kometárnych jadier). A v neposlednom rade - prítomnosť Slnka v ramene či hviezdnom prúde znamená vyššiu pravdepodobnosť blízkeho výbuchu supernovy, ktorá - ak sa nachádza príliš blízko - dokáže v priebehu niekoľkých sekúnd svojim gama žiarením takmer kompletne zničiť ozónovú vrstvu Zeme a vyhubiť tak v priebehu týždňov väčšinu pozemského života na súši aj v mori (keďže väčšina planktónu žije v povrchových vrstvách vody, kde UV žiarenie ešte dokáže hravo preniknúť). Tieto príčiny už spôsobili mnohé z vymieraní známych z geologických a paleontologických nálezov (bolo ich oveľa viac a dokonca aj rozsiahlejších ako len populárne vyhynutie dinosaurov pred 65 miliónmi rokov).

Naša znalosť polohy Slnka a nášho okolia ako aj pohybov v našej Galaxii ma teda veľký význam, nejedná sa len o akademický problém či diskusiu. Ak vás tematika súvislostí rozvoja života a polohy planéty (resp. jej materskej hviezdy v Galaxii) zaujíma, v blízkej budúcnosti BOINC.SK uverejní článok venujúci sa podrobnejšie tejto téme.

Z pôvodného textu Johna Vickersa **voľne preložil a doplnil:** Juraj Kotulič Bunta.

**Zdroj:** [http://milkyway.cs.rpi.edu/milkyway/forum\\_thread.php?id=902&nowrap=true#...](http://milkyway.cs.rpi.edu/milkyway/forum_thread.php?id=902&nowrap=true#...)

**Vytvorené z:** <http://www.boinc.sk/projekty/co-presne-ratame-v-projekte-milkyway-home-alebo-aj-inak-vedecke-pozadie-polopatickicky>