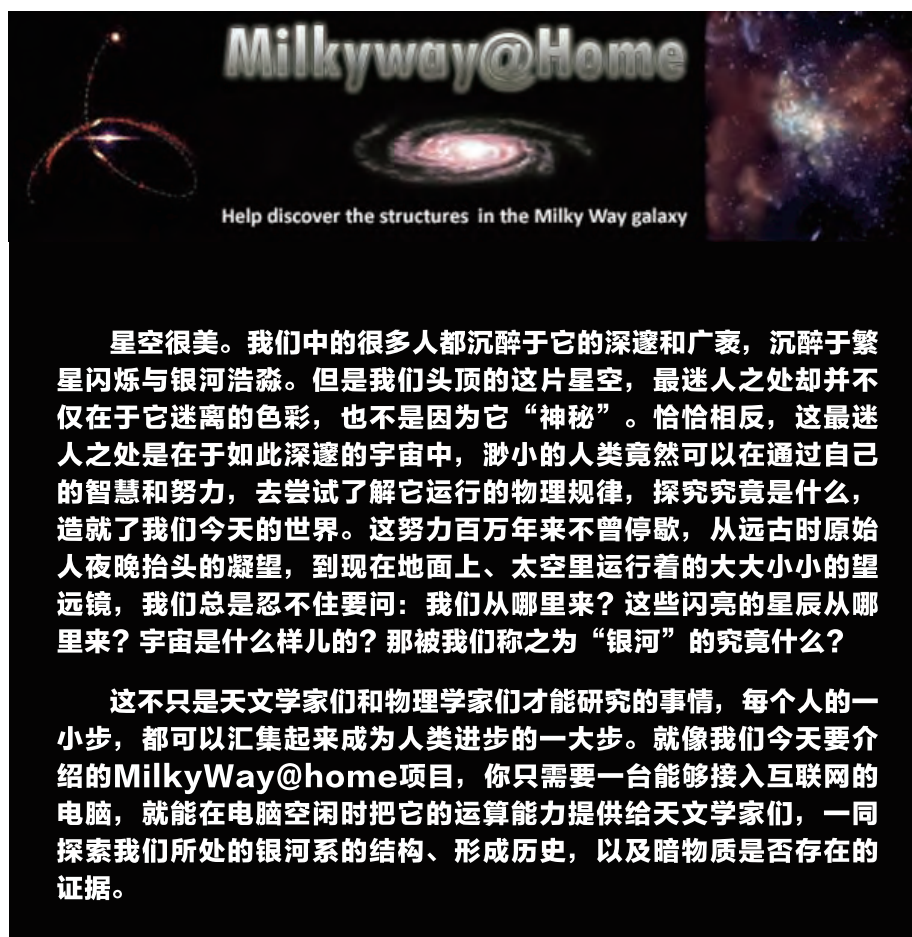


Milkyway@Home

□ 意大利国际高等研究院 符晓婷



星空很美。我们中的很多人都沉醉于它的深邃和广袤，沉醉于繁星闪烁与银河浩淼。但是我们头顶的这片星空，最迷人之处却并不仅在于它迷离的色彩，也不是因为它“神秘”。恰恰相反，这最迷人之处是在于如此深邃的宇宙中，渺小的人类竟然可以在通过自己的智慧和努力，去尝试了解它运行的物理规律，探究究竟是什么，造就了我们今天的世界。这努力百万年来不曾停歇，从远古时原始人夜晚抬头的凝望，到现在地面上、太空里运行着的大大小的望远镜，我们总是忍不住要问：我们从哪里来？这些闪亮的星辰从哪里来？宇宙是什么样儿的？那被我们称之为“银河”的究竟什么？

这不只是天文学家们和物理学家们才能研究的事情，每个人的一小步，都可以汇集起来成为人类进步的一大步。就像我们今天要介绍的MilkyWay@home项目，你只需要一台能够接入互联网的电脑，就能在电脑空闲时把它的运算能力提供给天文学家们，一同探索我们所在的银河系的结构、形成历史，以及暗物质是否存在的证据。

亿美元（约合6亿人民币），这还不包括同样昂贵的维护运行费用。绝大多数科研团队养不起这样费钱的计算工具，使得很多科研工作进展缓慢、甚至陷于停滞。于是计算机科学家们想出来一个办法：既然超级计算机不够用，世界各地又有那么多小计算机常开着机，却只是闲着运行屏幕保护程序白白浪费电，不如把数据分成小块让大家一起算，再通过网络把计算结果汇集起来，形成一个虚拟的超级计算机！读到这里大家应该看出来，“分布式计算”不是什么“高大上”的土豪，而是穷人家孩子艰苦奋斗自强不息的励志故事。

介绍完背景，历史课正式开始，主角是SETI——搜寻地外文明（Search for ExtraTerrestrial Intelligence）项目的简称。在茫茫宇宙中我们人类是孤独的吗？大概每个人都或多或少地思考过这个问题，天文学家们也在孜孜不倦地运用射电望远镜搜寻着地外文明的讯号。但是这比大海捞针还要大海捞针千万倍的搜寻产生了堆积如山的数据，却缺乏足够强大的计算机来对这些大量的极其微弱的信号进行深入的分析，以发现地外智慧生命的蛛丝马迹。于是前面提到的“分布式计算”进入了天文学家们的视野。

BOINC和SETI@home的前世今生

要知道MilkyWay@home是怎样运作的，我们先得上点儿历史课。在这之前，先要介绍一个听起来“高端大气上档次”的玩意儿——分布式计算（distributed computing）。

分布式计算是一个计算机术语，维

基百科上对它的定义是：“把需要进行大量计算的数据分区成小块，由多台计算机分别计算，在上传运算结果后，将结果统一合并得出数据结论的科学”。

说白了就是有非常多的数据需要非常大的计算量，但是具有如此强悍的计算能力的超级计算机非常少并且非常贵。拿刚刚在2013年6月摘下世界最快计算机桂冠的我国天河二号超级计算机来说，造价是1



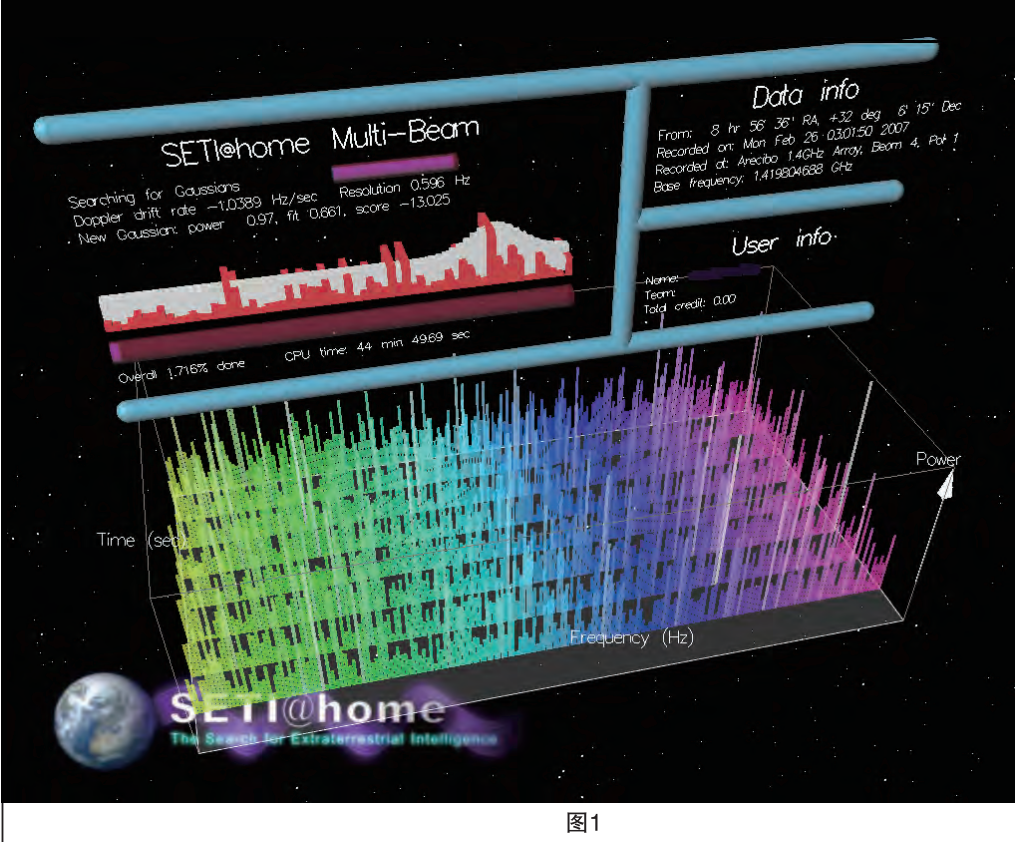


图1

1999年5月，SETI@home正式成立。“@home”意味着即使安坐在家中，也能为搜寻地外文明讯号出一份力。它是一个屏幕保护程序（图1），只在计算机空闲进入屏保时运行，希望用户能在不使用计算机时借用它来和天文学家们一起“寻找新的生命形式、寻找新的文明”。程序会通过互联网从位于加州大学伯克利分校的SETI@home服务器上获得一个数据包（只有340K），分析之后再将结果发送回去。程序上线之后获得了公众的大量关注，大约100万台电脑运行了SETI@home，获得的计算能力甚至一度5倍于当时最快的超级计算机IBM ASCI White。截止至2004年，SETI@home已经从世界各地的空闲计算机获得了150万年的CPU时间。这令人惊叹的数字的意义却不仅仅在于它提供的巨大的计算能力，更是在于它直接地把公众和搜寻地外文明项目连结了起来——毕竟，寻找宇宙中的其他伙伴，是我们所有地球生命共同的事情。

2004年，加州大学伯克利分校在SETI@home的基础上开发了伯克利开放式网络计算平台（Berkeley Open Infrastructure for Network Computing，简称BOINC），可以在

windows、Mac OS、GNU/Linux和Android上运行，集合了包括SETI@home在内的众多分布式计算项目：模拟蛋白质折叠以研究帕金森症、癌症的folding@home，计算最大质数的PrimeGrid，研究全球气候的climateprediction.net等。其中天文项目除了SETI@home之外，还有MilkyWay@home（研究银河系结构）、Einstein@home（搜寻脉冲星的引力波）、Cosmology@home（计算宇宙模型）和Asteroids@home（研究小行星物理参数）。中国也有自己的BOINC项目，CAS@home是中国科学院的多学科超级计算平台。借BOINC平台之力，众多科研得以开展，我们可以在很多论文、书籍和讲座中见到BOINC的身影。

银河系， 究竟是什么样儿？

接下来我们重点说说BOINC平台上的MilkyWay@home项目。

银河系是我们居住的星系，上世纪九十年代，我们一度认为银河系的结构已经被了解得很全面了：棒旋星系——中心带有棒状结构的旋涡星系，中间有个核球，有扁平的盘，外面笼罩着的恒星晕叫作银晕，再往外有延伸到很远

的我们还不大知道究竟是什么的暗物质晕。其中，恒星晕大概是看起来最没意思的一个：光滑均匀，似乎没什么好研究的了——直到20世纪末，天文学家们发现银晕可能并不像人们以前想象的那样简单：有好些恒星的运动速度明显和其他银晕里的星不一样，而是和自己的小伙伴们组成了“小分队”绕着银河系中心运动——难道银晕里混进了什么其他的奇怪东西？

2002年美国天文学家柳海迪（Heidi Newberg，本刊曾于2012年11期对她做过专访，并且她也将于12月14日为北京天文馆的听众带来精彩讲座）等人通过分析斯隆数字化巡天（Sloan Digital Sky Survey，简称SDSS）的数据，发现银晕中有好些区域的恒星密度明显比其他地方要高，并且这些超密度区在空间上是一条条的条状结构——银河系的恒星晕不是均匀的！天文学家们很自然地想到：难道，这些一条条的超密度区，是被银河系的引力撕碎的其他矮星系的遗迹？

这个想法涌入天文学家的脑海确实是再自然不过的事情了，因为长久以来“为什么银河系的矮星系这么少”这个问题就一直困扰着大家：宇宙学的计算结果显示，像银河系这样的星系，周围应该还有好多个小星系（称为“矮星系”）绕着转——可是我们真的怎么找都找不到那么多。这些消失的矮星系去哪儿了？科学家们想到了银河系的恒星晕。如果这些矮星系被银河系的强大引力拉进来，又因为首尾受力不均匀（潮汐力）而被瓦解，久而久之众多的矮星系形成了相对均匀的银河系恒星晕，这样矮星系缺失的难题不就可以解决了吗？而这些被观测到的超密度区，正是还未被瓦解干净的矮星系的遗迹啊！图2中所示的人马座潮汐星流（Sagittarius tidal stream），是至今被发现的最大的银晕子结构，就被认为来源于人马座矮星系（Sagittarius dwarf galaxy）。

这让银晕中子结构的发现显得激动人心。我们研究这些星流，不仅可以知道我们所居住的星系究竟是什么样儿，而且就像考古一样，可以借由它们了解

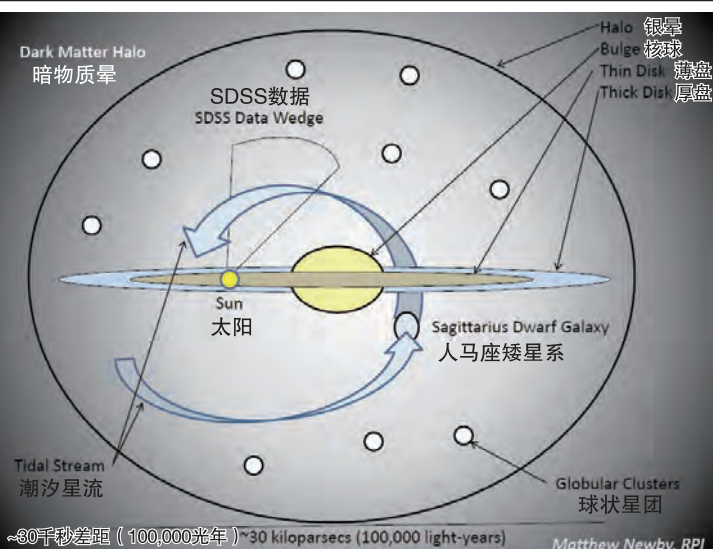


图2 图片来源：伦敦理工学院Matthew Newby博士

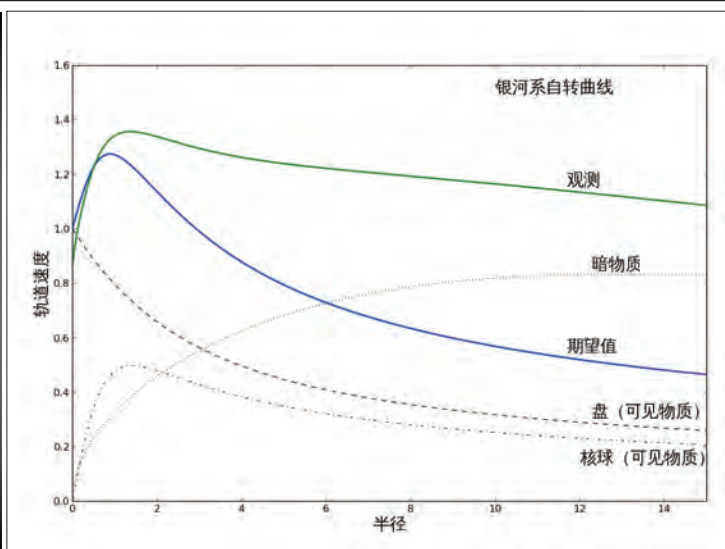


图3 图片来源同图2

银河系的形成历史，它们是最好的历史书，记录着我们星系的演化故事。更激动人心的是，我们还可以通过这些星流的运动轨迹，研究我们看不见的——暗物质。

如果没有暗物质，银河系的自转曲线应该完全由可见物质的引力决定，但是实际观测却发现，银河系自转曲线和可见物质所能提供的相去甚远（图3），其间的差别就是因为那些看不见的暗物质！根据普朗克卫星的最新探测结果，宇宙中22.7%是暗物质，与其对比，能被看见的正常物质（称为重子物质）只占4.5%。暗物质不和任何电磁波相互作用，换句话说，它既不反射光，也不折射光，更不发光，不管用哪个波段的望远镜，我们都无法知道它究竟在哪儿。但是它能够通过引力影响周围天体的运行。通过研究落入银河系的潮汐星流的运动轨迹，我们能够算出整个银河系的重力势分布，减去看得见的物质做出的贡献，我们就能知道暗物质们究竟在哪儿了！这样即使我们看不见它们，也能了解它们的分布情况。

MilkyWay@home就是要做这些事情。

基于斯隆数字化巡天的数据，MilkyWay@home将为恒星晕拟合360个参数（天文学家们以往只用3个参数来描述平滑的银晕），尝试用最精确的方式描述出潮汐星流们在银河系中的位置和状况。这些参数拟合不仅针对于以往已经发现的星流，同时也使用不同类型的恒星作为探针

在搜索新的星流。为了研究前面提到的银河系形成历史，MilkyWay@home还对落入银河系的矮星系进行了n体模拟（N-body simulation）。n体模拟的意思是，对于n个质点（对于矮星系的模拟来说这些质点指的就是恒星）给出不同的初始条件，然后模拟这些质点的运动状况。MilkyWay@home将会给每个矮星系做10万颗恒星的模拟（比大家熟识的“三体”可要复杂多啦），用不同的初始条件把这些矮星系投向银河系，任其被银河系的潮汐力撕碎、瓦解，直到我们找到一个初始条件，它模拟出来的结果和我们今天所能看到的银河系的真实样貌一致——这就是我们要寻找的真相了，记录下不同矮星系落入银河系的时间、速度、方向、质量……我们就能还原银河系的历史原貌。

这需要极大的计算量。光是对一组数据的星流参数拟合，一个单处理器计算机就大约需要400天，而这样的数据有近百组，更不用说计算量更巨大的n体模拟了。此时使用分布式计算的MilkyWay@home就显出其强大的威力了。

自2007年11月9日正式上线以来，已经有逾29万台计算机参与了MilkyWay@home，使其成为了世界上第二大的分布式计算项目。尤其是2009年7月支持GPU运算以来，持续运算速度达到500万亿次浮点运算/秒（TFLOPS），峰值速度高达2000万亿次浮点运算/秒，其速度在2010年甚至一度在全球所有超级计算机中排名第二，即使是在超级计算机飞速发展的今天，依

托分布式计算的MilkyWay@home仍然能在超级计算机阵营中稳站前五。

对于MilkyWay@home的用户来说，它不仅是一个让电脑物尽其用的探索银河系的计算平台，也是一个交流平台。在MilkyWay@home网站的留言板上，有好多不同版块，用户们可以从这看到MilkyWay@home的最新通知和科学进展，提出技术上或者科学上的问题，可以讨论BOINC平台的经验值和各自CPU的运行状况，可以一起讨论项目运算使用的程序，甚至可以就是随便聊聊天。在人类探索银河系的征途上，我们都是同路人。

中国， MilkyWay@home 需要你

但是，这个全球第二大的分布式计算项目，来自中国的贡献却微乎其微。图4是MilkyWay@home项目的全球用户分布图，大家可以看出来，MilkyWay@home的计算主要是来自于美国、欧洲和日本的用户的贡献。

中国拥有数量巨大的计算机终端资源，如果大家能够在自己不使用计算机时把它提供给MilkyWay@home，可以极大地帮助天文学家计算银河系模型和暗物质分布。《诗经·秦风·无衣》中说：“岂曰无衣？与子同袍。”如果说我们的今天比那个刚刚学会仰望星空的祖先的时代进步了、创造了更多的文明的话，这

进步是因为我们彼此情同手足，将科学、技术、想象力、分享、互助、节约等美德作为我们共同的战袍，兄弟般地连接在一起再次仰望星空。

MilkyWay@home中文版网站预计明年就会上线，届时大家可以更加便捷的了解该项目的进展和科学成果。欢迎大家关注《天文爱好者》杂志和官方微博。当然，你也可以在英文界面下快捷

的下载、安装客户端，请见下图。

下面这个真相相信很多小伙伴们已经知道了:我们现在使用的智能手机的运算能力已经远远超过了1969年NASA阿波罗登月时运算能力的总和，智能手机都如此厉害，更别提我们现在使用的电脑了，与其放着浪费计算资源，不一起来了解一下我们所处的银河系吧！

MilkyWay@home见！

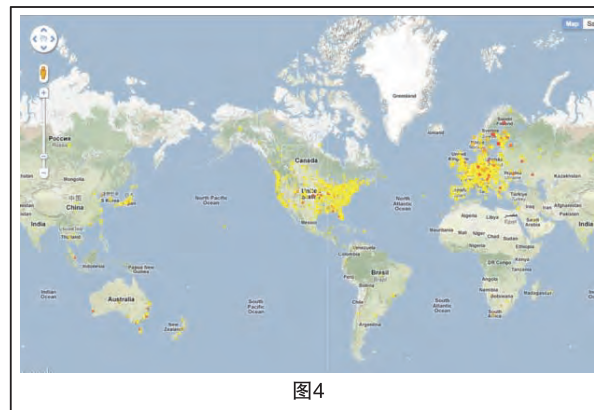


图4

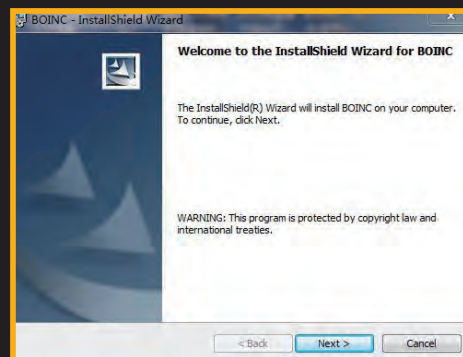
MilkyWay@home安装指南（附录）

1 项目主页地址：<http://milkyway.cs.rpi.edu/milkyway/>

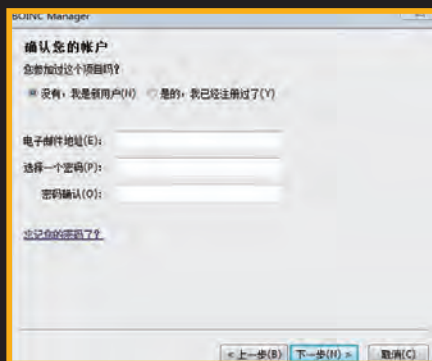
2 了解相关规定：



3 下载并安装：<http://boinc.berkeley.edu/download.php>



6 创建你自己的账户。



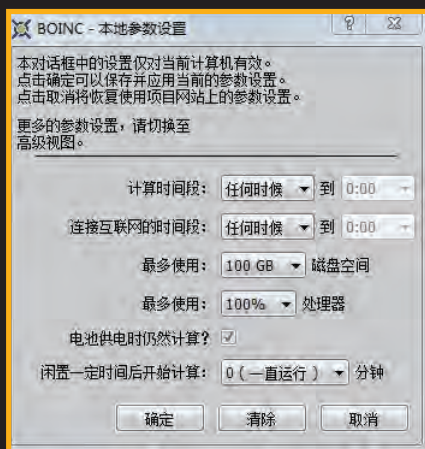
7 通过网页完成账户的设定。



5 选择项目名称。你也可以点击其他项目，通过右侧的项目简介了解它们，并同时参与其他计算项目。



9 你可以通过本地参数设置更改计算时段等具体信息。



8 你也可以了解你的账户信息。



10 正常运行中的简易视图模式。

