

中华人民共和国国家版权局

计算机软件著作权登记证书

证书号：软著登字第 BJ39551号



软件名称： 基于曲面论的空间建模系统
[简称：SMSTS]
V1.0

著作权人： 中国科学院科技政策与管理科学研究所

开发完成日期： 2013年10月09日

首次发表日期： 2013年10月09日

权利取得方式： 原始取得

权利范围： 全部权利

登记号： 2013SRBJ0874

根据《计算机软件保护条例》和《计算机软件著作权登记办法》的规定，经中国版权保护中心审核，对以上事项予以登记。



No. 00371757

2013年12月12日



受理号: _____ 受理签字: _____

登记号: _____ 审查签字: _____

| | |
|-----|----------------|
| 流水号 | 20131022A95035 |
|-----|----------------|

计算机软件著作权登记申请表

| | | | | | | | | |
|--------|-------------------|---|--------|--------------|----|--------|-----|------------|
| 软件基本信息 | 软件名称 | 基于曲面论的空间建模系统 | | | | | 版本号 | V1.0 |
| | 软件简称 | SMSTS | | | | | 分类号 | 30200-0000 |
| | 软件作品说明 | <input checked="" type="radio"/> 原创 <input type="radio"/> 修改(含翻译软件、合成软件) <input type="checkbox"/> 修改软件须经原权利人授权 <input type="checkbox"/> 原有软件已经登记 • 原登记号: • 修改(翻译或合成)软件作品说明: | | | | | | |
| 开发完成日期 | | 2013年10月9日 | | | | | | |
| 发表状态 | | <input checked="" type="radio"/> 已发表 首次发表日期: <u>2013年10月9日</u> 首次发表地点: <u>中国 北京</u> <input type="radio"/> 未发表 | | | | | | |
| 开发方式 | | <input checked="" type="radio"/> 独立开发 <input type="radio"/> 合作开发 <input type="radio"/> 委托开发 <input type="radio"/> 下达任务开发 | | | | | | |
| 著作权人 | 姓名或名称 | 类别 | 证件类型 | 证件号码 | 国籍 | 省份/城市 | 园区 | |
| | 中国科学院科技政策与管理科学研究所 | 事业单位法人 | 事业法人证书 | 110000000125 | 中国 | 北京 海淀区 | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |
| | | | | | | | | |

| | |
|-----|----------------|
| 流水号 | 20131022A95035 |
|-----|----------------|

| | | | | |
|-----------|---------------------------------------|--|------|-----|
| 权利说明 | 权利取得方式 | <input checked="" type="radio"/> 原始取得 <input type="radio"/> 继受取得 (<input type="radio"/> 受让 <input type="radio"/> 承受 <input type="radio"/> 继承) <input type="checkbox"/> 该软件已登记 (原登记号: <input type="text"/>) <input type="checkbox"/> 原登记做过变更或补充 (变更或补充证明书编号: <input type="text"/>) | | |
| | 权利范围 | <input checked="" type="radio"/> 全部 <input type="radio"/> 部分 (<input type="checkbox"/> 发表权 <input type="checkbox"/> 署名权 <input type="checkbox"/> 修改权 <input type="checkbox"/> 复制权 <input type="checkbox"/> 发行权 <input type="checkbox"/> 出租权 <input type="checkbox"/> 信息网络传播权 <input type="checkbox"/> 翻译权 <input type="checkbox"/> 应当由著作权人享有的其他权利) | | |
| 软件鉴别材料 | <input checked="" type="radio"/> 一般交存 | 提交源程序前连续的30页和后连续的30页; 提交任何一种文档的前连续的30页和后连续的30页; <input checked="" type="radio"/> 一种文档 <input type="radio"/> <input type="text"/> 种文档 | | |
| | <input type="radio"/> 例外交存 | <input type="radio"/> 使用黑色宽斜线覆盖, 页码为: <input type="radio"/> 前10页和任选连续的50页 <input type="radio"/> 目标程序的连续的前、后各30页和源程序任选连续的20页 | | |
| 软件功能和技术特点 | 硬件环境 | Pentium IV以上, 或兼容处理器, CPU3.2 GHZ, 内存4.0GB, 硬盘10GB | | |
| | 软件环境 | 运行与开发环境: 1)Win 7; 2)ArcGIS 10.1或ArcGIS 10.2; 3)Python 2.7; 4)Numpy 2.7; 5)Pyomo, 含于Coopr 3.1; 6)优化求解器:MINOS, SNOPT, CONOPT, IPOPT, Knitro, Cplex任选一 | | |
| | 编程语言 | python 2.7 | 源程序量 | 140 |
| | 主要功能和技术特点 | SMSTS主要用于构建数字高程模型, 数字气温模型和数字土壤模型等. 采样数据非常有限的情况下, 数字地面模型的构建方法对数字地面模型的影响较大, 使得构建数字地面模型的方法研究一直没间断过. 技术特点:1)文件读写, 空间建模与求解过程分离, 实现过程更专业. 过程的分离就像专业分工, 一般情况下, 专业分工越细, 越有利于该专业的发展. 矢量和栅格空间数据的读写基于ArcGIS平台, 空间建模过程采用代数建模语言 (Algebraic Modelling Languages, AMLs) 实现, 求解过程则用第三方求解器; 2)利用工业上成熟, 广泛使用的优化求解器, 如MINOS, SNOPT, CONOPT, IPOPT, Knitro, Cplex, 既保证SMSTS结果的有效性, 又可方便地使用并行计算资源; 3)代码简短, 便于维护, 修改和升级. SMSTS空间建模核心代码只有70行, 代码行数与描述曲面论模型的数学方程式的个数基本相等, 作者只用两晚便实现了HASM4, HASM5, HASM6等3个版本的代码; SMSTS全部代码只有140行, 非常便于维护, 修改和升级. | | |

| | |
|-----|----------------|
| 流水号 | 20131022A95035 |
|-----|----------------|

| | | | | |
|---|-----------------------------|---|----|-------------|
| 申请方式 | | <input checked="" type="radio"/> 由著作权人申请 <input type="radio"/> 由代理人申请 | | |
| 申请人信息 | 姓名或名称 | 中国科学院科技政策与管理科学研究所 | 电话 | 82640095 |
| | 详细地址 | 北京市海淀区中关村东路55号 | 邮编 | 100190 |
| | 联系人 | 李国飞 | 手机 | 13699233916 |
| | E-mail | liguofei@casipm.ac.cn | 传真 | 82640685 |
| 代理人信息 | 申请人委托下述代理人办理登记事宜, 具体委托事项如下: | | | |
| | 姓名或名称 | | 电话 | |
| | 详细地址 | | 邮编 | |
| | 联系人 | | 手机 | |
| | E-mail | | 传真 | |
| 申请人认真阅读了填表说明, 准确理解了所需填写的内容, 保证所填写的内容真实。 | | | | |
| 申请人签章: | | | | |
| 2013年10月22日 | | | | |

流水号

20131022A95035

| | | |
|---|----------------------------|-------------------------|
| 证书份数 | <u>1</u> 份正本 <u> </u> 份副本 | |
| 请填写所需要的计算机软件著作权登记证书副本份数。登记证书正本和副本数量之和不能超过软件著作权人的数量。 | | |
| 提交申请材料清单 | | |
| 申请材料类型 | 申请材料名称 | |
| 申请表 | 打印签字或盖章的登记申请表 | <u>1</u> 份 <u>4</u> 页 |
| 软件鉴别材料 | 软件源程序 | <u>1</u> 份 <u>3</u> 页 |
| | 软件文档(1) | <u>1</u> 份 <u>4</u> 页 |
| | 软件文档(2) | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| 身份证明文件 | 申请人身份证明复印件 | <u>1</u> 份 <u>1</u> 页 |
| | 代理人身份证明复印件 | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| 权利归属证明文件 | 相关合同或协议 | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| | 承受或继承证明文件 | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| 其他材料 | | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| | | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| | | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |
| | | <u> </u> 份 <u> </u> 页 |

填写说明：

请按照提示要求提交有关申请材料，并在提交申请材料清单中准确填写实际交存材料页数。若提示中没有的，请填写材料名称及其页数。该页是申请表的组成部分与申请表一并打印提交。



《基于曲面论的空间建模系统》使用手册

(Spatial Modelling System based on the theory of Surface----SMSTS)

一、 软件用途、行业

数字地面模型(Digital Terrain Model)可定义为诸如数字高程模型(Digital Elevation Model)、数字气温模型(Digital Temperature Model)、数字土壤模型(Digital Soil Model)等有关地面变量的数字表达。数字地面模型的精度问题是地理信息系统(Geographical Information Science, GIS)领域近 20 年来的研究热点之一。在数据缺失或采样数据非常有限的情况下,构建数字高程模型的方法是影响数字地面模型精度的重要因素,这使得各种构建数字模型的方法研究一直源源不断。SMSTS 主要用于构建数字高程模型、数字气温模型和数字土壤模型等数字地面模型。

二、 软件功能和技术特点

SMSTS v1.0 的功能主用于离散点的空间插值,将很少的或有限个离散点模拟或拟合出整个连续的曲面。SMSTS v1.0 系统基于曲面论的基本原理,利用采样点的信息,通过曲面论方程,将采样信息传递至未知点,实现了文献【1】-【3】的三个版本 HASM4, HASM5, HASM6,后续版本将集成更多的 HASM 版本,如 HASM1 和 HASM2 等。SMSTS 不同于以前的登记号为 2005SRBJ0868 的软件《基于 HPSM 的空间精准模拟系统》(HPSM-SESP),SMSTS 将空间建模过程当作一个优化控制(Optimal Control)问题来解决,故可以使用运筹与管理学的一些方法和软件来进行求解,如 AMPL(A Modeling Language for Mathematical Programming)和 GAMS(General Algebraic Modeling System)。

HASM4 版本是基础,HASM5 版本主要在目标函数中增加了一个方程,HASM6 版本主要将 HASM4, HASM5 这两个版本的边界约束条件去掉了,去掉了四条边界的约束条件后,最后的优化控制问题变成更加病态了,现成的很多常规线性方程的求解方法(如 PCG, GS 迭代法)有时会求解失效,而商业优化求解器一般都能给出较好的解。已有的数值试验表明,HASM4、HASM5 和 HASM6 三个方法的精度相差不大,各有千秋,优化算法领域经常使用的 Rosenbrock 曲面的示例中,HASM6 的精度远超 HASM4 和 HASM5。建议用户在已知边界值或可以获得较好边界值时,使用 HASM4 或 HASM5,如果对边界值没有把握,建议使用 HASM6。

SMSTS 的技术特点主要有, 1)文件读写、空间建模与求解过程分离,实现过程更专业。过程的分离就像专业分工,一般情况下,专业分工越细,越有利于该专业的发展。基于 ArcGIS 平台的 Arcpy 站点包(site-packages),实现了矢量和栅格空间数据的读写,读写功能成为一个独立的模块,便于后面更该为 GDAL 的读写;空间建模过程采用代数建模语言(Algebraic Modelling Languages, AMLs)实现,空间模型的求解过程则用第三方求解器(开源的求解器或商业求解器)来实现模型的求解。**2)利用工业上成熟的、广泛使用的优化求解器,结果可靠,易于并行。**

如 MINOS, SNOPT, CONOPT, IPOPT, Knitro, Cplex, 这些著名的求解器,已经过全世界很多著名学者和机构的验证,千锤百炼,它们可以保证 SMSTS 模型解的有效性,而且很多商业软件都实现了并行计算功能,利用它们可以很方便地使用并行

计算资源；3)代码简短，便于维护、修改和升级。SMSTS 空间建模功能的核心代码只有 70 行，代码行数与描述曲面论模型的数学方程式的个数基本相等，作者只用了两个晚上即实现了文献【1】-【3】的三个版本 HASM4, HASM5, HASM6；基于 ArcGIS 平台和 python 开源代码包 numpy 和 pyomo，快速实现了空间建模功能，SMSTS 的全部 python 代码只有 140 行，非常便于维护、修改和升级；

三、 运行环境安装与配置

- 1.1. Win 7, 32 位，或 64 位
- 1.2. ArcGIS 10.1 或 ArcGIS 10.2
- 1.3. Python 2.7, 32 位，或 64 位
- 1.4. Numpy 2.7, 32 位，或 64 位
- 1.5. Pyomo 最新版本，来源于 Coop 3.1
- 1.6. 优化求解器的安装

理论上，任何适合 AMPL(<http://www.ampl.com/>)软件的二次或非线性优化求解器，都适合用作 SMSTS 的求解器，如 MINOS, SNOPT, CONOPT, IPOPT, Knitro, Cplex 等等。IBM ILOG cplex 12.5 是一款不错的优化控制问题的求解器，按顺序安装软件 1.1-1.15，并将 1.6 中收集到求解器(如 cplex.exe)拷贝至操作系统的 System32 目录下（见图 1），类似地可以安装 knitro 求解器。完成 1.1 至 1.6 的安装，就完成了 SMSTS 运行环境的配置。



图 1 优化求解的安装

四、 操作步骤与界面

- 4.1. 将 python 源代码中的数据读写模块 IO.py 和空间建模的核心模块 OC.py 拷贝至 ArcGIS 10.1 的 site-packages 目录下（见图 2），即完成 SMSTS 程序的安装；
- 4.2. 启动 ArcMap，点击 Arcpy command 窗口启动按钮（见图 3），输入 import IO 命令即导入数据输入和输出 python 模块；输入 import OC 命令即导入空间建模的 python 模块；
- 4.3. F1, extent=OC.HASM(shpfile, field, cellsize, IniRasFile=None, reTol=1e-5, options='HASM6', solver='knitro')，即利用 HASM6 这个方法构建数字地

面模型

- 4.4. 上面 4.3 这个命令也可以在 ArcGIS 10.1 自动的 python 编辑器里运行，运行界面和日志见（图 5）
- 4.5. 可以利用 SMSTS 的 python 读写模块将计算结果保存到硬盘中，如 `IO.Output2raster(F1, extent.lowerLeft, cellsize, out_raster)`

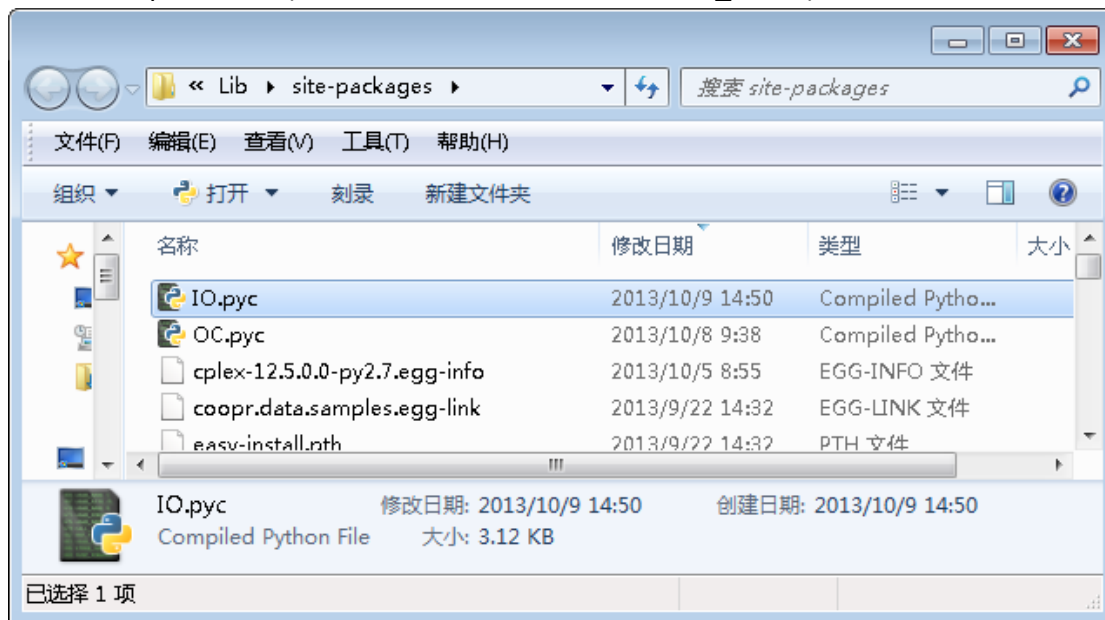


图 2 SMSTS 程序的安装

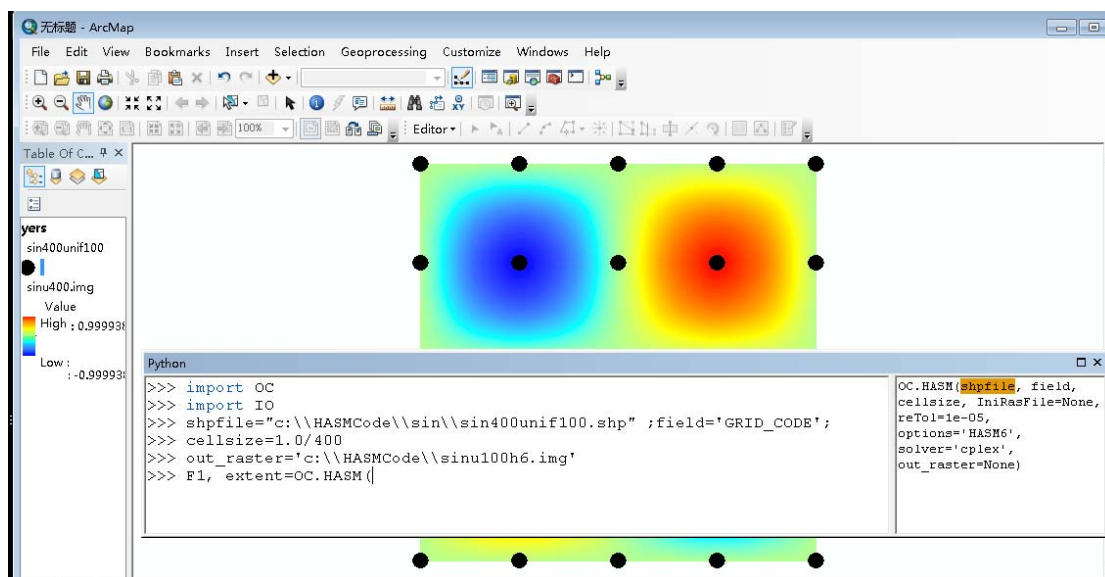


图 3 SMSTS 程序在 ArcMap 中的调用

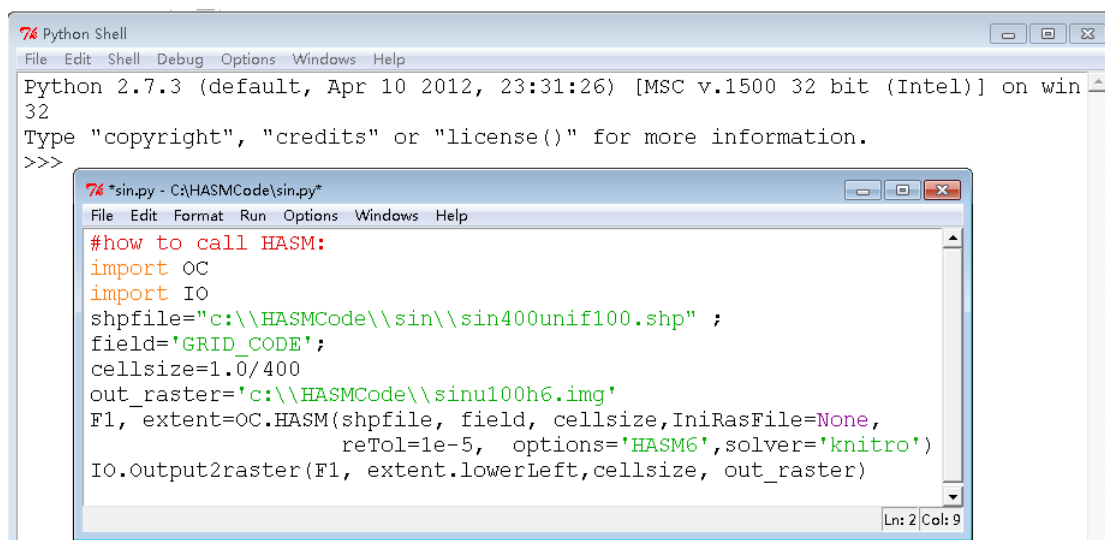


图 4 SMSTS 程序在 ArcGIS 自带的 Python 编辑环境中的调用示例

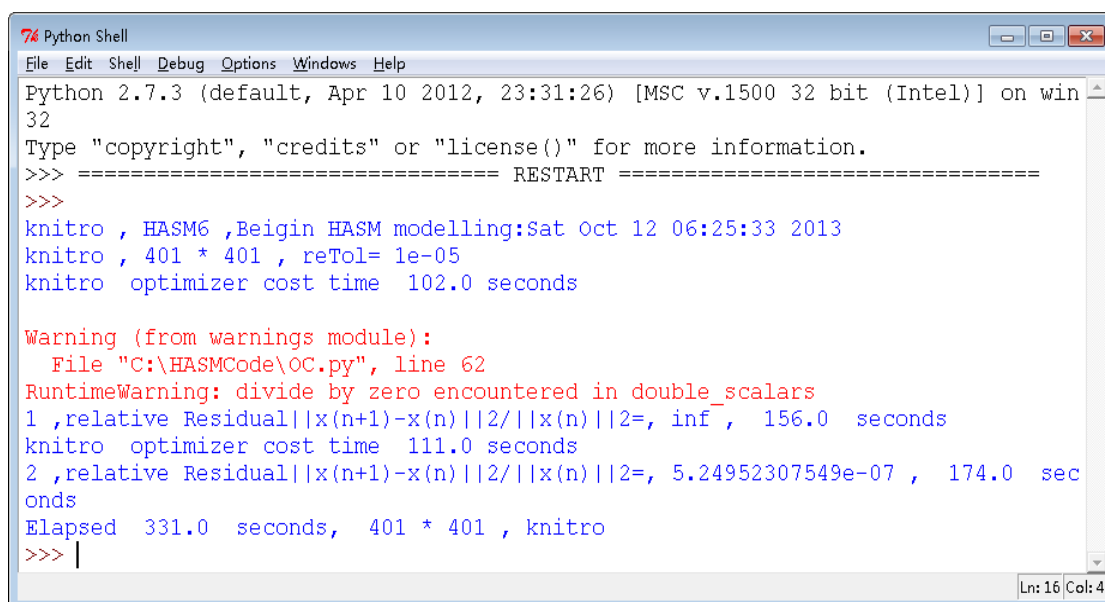


图 5 SMSTS 程序的运行过程与结果

参考文献

- [1]. 岳天祥,杜正平,宋敦江.高精度曲面建模(HASM4)[J],中国图象图形学报,2006,12(2): 343-348
- [2]. Na Zhao, Tianxiang Yue, Mingwei Zhao, An improved version of a high accuracy surface modeling method[J],GEM - International Journal on Geomathematics, DOI 10.1007/s13137-013-0051-z,2013(in press)
- [3]. Dunjiang Song, Shaobo Zhong, Na Zhao, Quick implementation of HASM and its variant in an algebraic modelling language, Proceedings of the Third International Joint Conference on Computational Sciences and Optimization, CSO 2013 , 2013(submitted)