

基于 Web 服务和 GIS 的作物生长模拟系统及应用

王志强¹, 甘国辉¹, 王健^{1, 2}, 徐勇¹

(1. 中国科学院地理科学与资源研究所, 北京 100101; 2. 国家农业信息化工程技术研究中心, 北京 100089)

摘要: 鉴于 Web 服务技术的优越性以及当前作物模拟模型共享存在的困难, 该文提出了基于 Web 服务和 GIS 的作物生长模拟系统架构; 实现了作物模拟生长 Web 服务, 开发了“YIELD 作物产量模拟系统”, 并进行了实际应用。实践表明: 将 Web 服务应用于作物生长模拟切实可行, 有利于系统集成和作物模拟模型的全社会范围内的共享。同时, 也为其它农业信息系统的集成提供了参考。

关键词: Web 服务; GIS; 作物生长模拟

中图分类号: S2; TN929.5

文献标识码: A

文章编号: 1002-6819(2008)-1-0179-04

王志强, 甘国辉, 王健, 等. 基于 Web 服务和 GIS 的作物生长模拟系统及应用[J]. 农业工程学报, 2008, 24(1): 179—182.
Wang Zhiqiang, Gan Guohui, Wang Jian, et al. Crop growth simulation system based on web services and GIS and its application[J]. Transactions of the CSAE, 2008, 24(1): 179—182. (in Chinese with English abstract)

0 引言

作物生长模拟模型反映的是作物生长和发育的基本生理生态机理和过程。它在探查资源的生产潜力, 优化作物栽培方案, 研究和预测气候对农业生产的影响以及农场经营管理和农业政策制订等方面得到了广泛的应用^[1-3]。同时它也是数字农业中的一项关键技术。

作物生长模拟技术用来描述某一点或区域特定生长环境下的作物的生长状态, 与地理信息有着密切的关系。因此加强作物生长模拟模型与地理信息系统(GIS)的结合, 不仅在于可利用 GIS 以图形的形式展现模型运算的结果, 使之更加直观清晰, 便于理解和解释, 尤为重要是 GIS 可拓展模型的空间尺度, 并进行多变量、空间自相关、聚类等空间分析, 有利于增强模型的实际应用能力和扩大应用范围。

作物生长模拟技术经过几十年的发展, 积累了丰富的模型^[4-6], 开发了许多相关的应用系统^[7-9]。但当前的作物模拟模型由于使用的编程语言不同, 运行的操作系统不同, 要求的数据输入格式不同, 很难进行集成和共享, 难以满足作物模拟模型推广的需要。如何充分有效的利用和共享这些模型是一个值得研究的问题。

Web Services 技术的出现和应用使得数据和计算都可以 Web 服务的方式发布, 这为作物生长模拟模型的共

享提供了可能^[10]。

1 基于 Web 服务和 GIS 的作物模拟系统架构

1.1 Web Services 技术

随着 Internet 应用的不断发展, 不同应用程序之间存在的语言差异、平台差异、协议差异、数据差异日益突出, 成为应用程序间互操作和集成的阻碍。基于 XML 的 Web Services (Web 服务) 技术的主要目标是在现有各种异构平台的基础上构建一个通用的与平台无关、语言无关的技术层, 各种不同平台之间的应用依靠这个技术来实施彼此的连接和集成。

Web Services 是能够在网络上被描述、发布、定位和调用的应用程序^[11]。它使用标准的、规范的 XML 语言描述操作接口。接口隐藏了实现服务的细节, 独立于实现服务基于的硬件或软件平台和编写服务所用的编程语言。Web 服务履行一项特定的任务或一组任务。Web 服务本身也可以使用其它的 Web 服务, 这样可以形成一个 Web 服务链, 用于实现复杂的业务。基于 Web 服务可以构建松散耦合、面向组件和跨平台的应用程序。

1.2 基于 Web 服务和 GIS 的作物模拟系统架构

鉴于 Web Services 技术的优越性以及当前作物模拟模型共享存在的困难, 本文提出了基于 Web 服务和 GIS 的作物生长模拟系统架构 (图 1)。

该架构采用以 Web Services 和 GIS 为核心, 数据库为基础的体系结构。

数据库: 作为整个系统的数据源, 数据库存储作物生理生态数据或者地理空间数据等数据。一般使用 Oracle 或 Microsoft SQL Server 作为数据库管理系统。

收稿日期: 2007-02-09 修订日期: 2007-05-15

基金项目: 国家科技支撑计划 (2006BAD10A05), 国家高技术研究发展计划 (2006AA10Z239)

作者简介: 王志强 (1976—), 男, 山东人, 博士。主要研究方向: 农业信息化, GIS。北京安定门外大屯路甲 11 号 中科院地理所人地室, 100101
Email: wangzq@igsrr.ac.cn

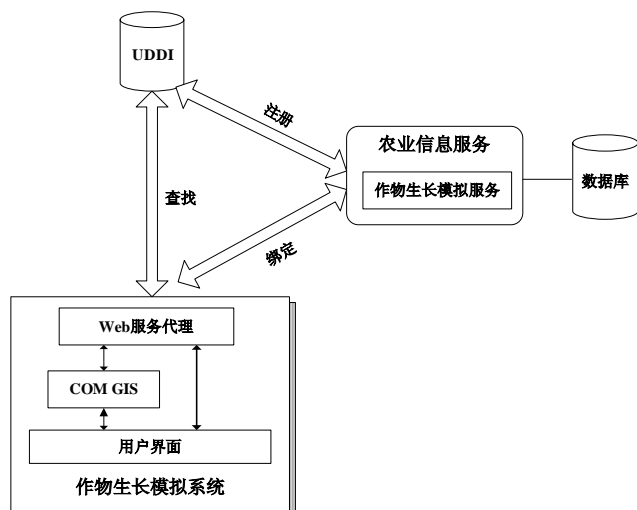


图1 作物生长模拟系统架构

Fig.1 Framework of the crop simulation system

作物生长模拟系统：作为数据和模型的使用者，它可以是客户根据作物生长模拟服务定制的软件，或是简单的浏览器。根据功能不同既可以是简单的信息浏览客户端，也可以是提供决策支持等高级功能的完整的系统。

UDDI: UDDI (Universal Description, Discovery and Integration)^[12]是 Web 服务目录系统，作用是描述服务的提供者及其提供的 Web 服务，以便使用者查找和使用已发布的服务。

在这种架构中，作物模拟模型不再以紧耦合的方式同作物模拟系统集成，而是以 Web 服务的方式对外提供作物生长模拟服务。经过封装后的作物模拟模型具备了 Web 服务本身特有的平台无关性和语言无关性，可以被任何支持 Web 服务的客户端调用，大大拓宽了模型的应用广度，在重用代码的同时也重用代码后面的数据。使用 Web Services 技术，不用再像以前那样，要先从第三方购买、安装软件组件，然后再从你的应用程序中调用这些组件。而作为模型服务提供商可以按时间或使用次数来对这项服务进行收费。这样的服务虽然通过组件重用也可以实现，但那样必须下载并安装模型组件或者庞大的相关数据库，而且这个数据库还不能实时更新。

Web 服务是自包含的、模块化的应用程序。基于 Web 服务技术，可以把每个模型发布为 Web 服务，也可以把其中的某个过程发布为单独的服务。然后再通过子过程模型服务的组合发布为更大粒度的服务，这种机制可以在作物生长模拟模型建模时充分吸收和重用其它学科的成果。

在这个框架中，采用了 COM GIS 和 Web Services 并存的混合结构。GIS 以组件的形式被系统调用，它们都通过一个服务代理类实现与作物生长模拟服务的交互。GIS 负责管理系统空间和属性数据，并协同系统生成模型需要的数据提交给远程的 Web 服务。GIS 也负责模拟结果

的导入和显示等功能。COM GIS 和基于 Web 服务的作物模拟模型在统一的用户界面下有机集成，对于最终用户是透明的，就像本机调用一样。

2 应用实例—YIELD 作物产量模拟系统

2.1 作物产量模拟模型 YIELD

本文用到的作物模拟模型是加拿大多伦多大学与中国合作开发的针对黄土高原的农作物产量与水沙模拟模型，以动态链接库 `yield.dll` 文件的形式提供（以下简称 YIELD 模型）^[13]。它是一个基于地块单元的模拟模型，它在综合考虑作物类型、作物生长过程中的光温、降水、蒸发、空气湿度、风速、土壤含水量、土壤类型、地形等多种因素基础上对不同地块的作物产量、农田水文特征、泥沙流失等进行结果计算和过程模拟。可以模拟的作物有：小麦、玉米、马铃薯、苜蓿、高粱、大豆和豌豆。

YIELD 模型的输入输出数据都保存在文件中，以下是模型用到的主要输入输出文件说明。

1) 输入数据

① 模型配置文件

模型运行的配置文件主要包括流域的名称、流域的空间位置、作物数据文件的路径等数据项。

② 气象数据文件

气象数据文件包含每天的云量、日均温度、风速、日平均相对湿度等数据项。

③ 降水数据文件

降水数据文件包含降雨历时、降雨量等数据项。

④ 地块单元数据文件

包含每个地块单元的编码、面积、高程、坡度、坡向等属性。

⑤ 作物数据文件

包含种植作物种数、作物代码等数据。

2) 输出数据

① 运行信息文件

模型运行信息文件用于描述模型输入、输出数据文件的文件名和路径以及模型分析过程的简要信息，提示用户到那些文件中去查看结果或模型分析有无成功完成。

② 产量结果文件

产量结果文件主要包含地块单元编码、作物种类代码、作物种植面积、作物生产潜力、估算的作物产量、作物秸秆的产量等数据。

2.2 作物产量模拟服务

根据模型的需要，我们在 Microsoft Visual Studio .NET 下设计开发了 `wsyield` 服务类，对 YIELD 模型的功能进行封装，类中的各方法提供了运行 YIELD 模型所需的全部接口，以 Web 服务的形式提供给外部程序

远程调用。主要的方法包括模型参数配置, 气象数据处理, 模型运行, 运行结果处理等。

2.3 YIELD 作物产量模拟系统

YIELD 作物产量模拟系统是以 Web 服务和 GIS 为架构, 以 YIELD 模型为核心开发的信息系统。系统在 Microsoft Visual Studio .NET 平台下开发, 采用 ESRI 公司的 MapObjects 作为 GIS 组件, 用于对空间数据和属性数据统一管理。作物产量的模拟是通过调用远程的 wsyield 服务来完成的。利用 GIS 作为工具和手段, 生成各因素空间分布图, 有利于把握区域土地生产潜力的数值分布与空间分布, 为指导农业生产, 农业结构调整, 制定土地管理和人口政策等提供依据。

图 2 是系统的操作流程, 总体上可以分为数据准备、模型调用和结果输出三个步骤。系统主要功能如下:

- 1) 空间属性数据的管理。包括对空间数据的加载显示, 属性数据的录入、修改以及空间属性数据的连接等。
- 2) 数据的查询与更新。系统提供点击查询和属性表查询功能, 可以根据需要直接对地块的属性查询和修改。
- 3) 数据处理功能。用户在一致的界面下完成作物模拟的数据准备, 不必关心模型实现的具体细节, 由系统负责同 wsyield 服务的交互, 生成模型需要的最终数据, 再通过模型进行运算, 产生最后的计算结果。
- 4) 模型调用和结果的显示输出。在完成数据的准备任务后, 系统调用远程的 wsyield 服务进行作物产量的模拟, 并返回结果。用户可把结果导出为文件或者导入到数据库中。也可以利用系统的图层渲染功能生成专题图。

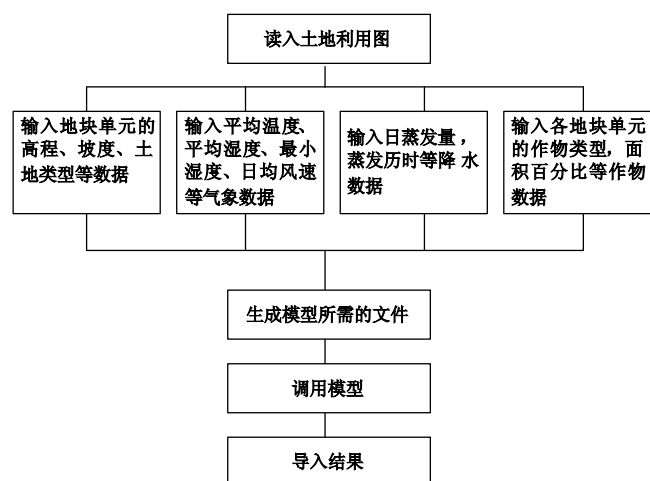


图 2 操作流程

Fig.2 Operational flowchart

针对 YIELD 模型, 本文选取陕西燕沟流域作为系统的应用实例。燕沟流域沟口距延安市 3 km, 属延河二级支流, 主沟长 8.6 km, 呈东南—西北流向, 流域面积约 48 km²。流域东南高、西北低, 海拔在 986~1425 m 之间, 属于典型的黄土丘陵沟壑区。

应用燕沟流域 1997 年的土地利用图和气象数据, 在系统对玉米进行产量和生产潜力评估, 结果如图 3 所示 (单位: kg/hm²)。对图形进行分类渲染可以得到玉米产量空间分布图 (见图 4)。

对流域内其它 6 种作物产量进行模拟分析, 对结果进行分析比较可以得出如下结论^[4]: 燕沟流域适宜种植的作物主要为玉米、马铃薯和高粱; 对玉米和苜蓿在不同地形条件下的产量进行模拟, 结果显示: 地形高程和坡向对同一种作物的产量影响不大, 而地形坡度对作物产量的影响有着重要的影响, 随着地形坡度的增大, 作物产量呈现出迅速下降的趋势。

AREA	PERIMETER	LANDID	TYPENAME	CROPNAME	YEAR	AREAHCTA	PIYIELD	AIYIELD
5.346	11.782	350	天然草					
126409	3278.094	351	梯田					
68792.68	1958.247	352	天然草					
15910.489	1816.082	353	沟床					
58464.617	1585.711	354	果园					
68502.344	1255.369	355	果园					
4074.575	559.69	356	梯田	玉米	1997	0.407	3561.000	2069.000
37392.797	885.077	357	果园					
312285.719	2735.178	358	乔木林					
32583.965	1114.771	359	天然草					
63976.836	1518.669	360	果园					
10185.768	429.243	361	居民地					
84361.414	1360.123	362	居民地					
17593.066	579.702	363	天然草					
34587.211	862.859	364	居民地					
38898.508	971.987	365	果园					
63360.813	1586.322	366	天然草					
35541.656	829.769	367	果园					
17971.564	591.641	368	果园					
13927.145	693.207	369	梯田	玉米	1997	1.393	3524.000	2118.000
26376.533	623.346	370	果园					
308460.844	4067.339	371	乔木林					
70281.469	1942.714	372	乔木林					
13925.863	435.897	373	果园					
1016470.439	6573.745	374	乔木林					
15305.997	569.957	375	居民地					
16184.631	631.094	376	沟床					
58735.379	1449.982	377	果园					

图 3 模拟结果

Fig.3 Simulation results

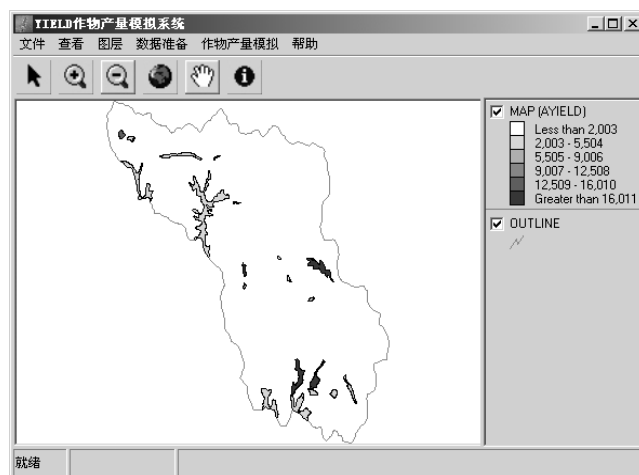


图 4 燕沟流域玉米模拟产量分布图

Fig.4 Distribution map of the yield of corn in Yangou valley

3 结 论

针对当前作物生长模拟模型共享面临的困难, 本文在分析 Web Services 技术优越性的基础上提出基于 Web 服务和 GIS 的作物生长模拟系统架构。应用此架构以 YIELD 模型为例构建了作物产量模拟服务 wsyield, 开发

了 YIELD 作物产量模拟系统,并以燕沟流域为例进行了实际应用。实践表明,将 Web 服务应用于作物生长模拟切实可行,有利于系统集成和作物模拟模型的全社会范围内的共享。同时,Web 服务在作物生长模拟系统中的应用也可作为其它传统农业信息系统的集成的参考。

作物生长模拟系统纷繁复杂,不同系统间也存在着差别,模型共享规范体系的制定,传统系统的改造都是以后值得深入研究的问题。

[参 考 文 献]

- [1] 李 军.作物生长模拟模型的开发应用进展[J]. 1997, 25(4):102—107.
- [2] 廖桂平,官春云,黄 璜.作物生长模拟模型概述[J].作物研究,1998,12(3):33—36.
- [3] 李晓明,孙红敏.作物生长模拟模型的研究与应用[J]. 东北农业大学学报, 2005,6:812—815.
- [4] Arkin G F, Vanderlip R L, Ritchie J T. The dynamic grain sorghum growth model[J]. Transactions of the American Society of Agricultural Engineer, 1976,19:622—630.
- [5] Acock B and MC Acock. Potential for using long-term field research data to develop and validate crop simulators[J]. Agronomy Journal, 1991,83:56—61.
- [6] 潘学标,邓绍华,王延琴. COTGROW:棉花生长发育模拟模型[J].棉花学报, 1996,8(4):180—188.
- [7] 王世耆,刘 辉. 农业专家系统与模拟模型[J]. 计算机农业应用, 1991,(2):1—7.
- [8] 曹卫星,李存东,李 旭. 基于作物模型的专家系统:预测和决策功能的结合[J]. 计算机与农业, 1998,2:8—10.
- [9] 曹卫星,李 旭,罗卫红,等. 基于生长模型的小麦管理专家系统[J]. 模式识别与人工智能, 1999,12:30—35.
- [10] 段 富,程艳芳. 基于 Web Services 的 UDDI 技术与系统集成[J]. 大连理工大学学报, 2005,45:249—252.
- [11] 林绍福. 面向数字城市的空间信息 Web 服务互操作与共享平台[D]. 北京:北京大学博士学位论文, 2002.
- [12] Tom Bellwood, Steve Capell, Luc Clement, etc. UDDI Version 3.0.2[EB]. 2004, <http://www.oasis-open.org/committees/uddi-spec/doc/tcspecs.htm#uddiv3>.
- [13] Csillag F, Mitchell S, Zhu Y. WINYIELD (version 2.0) User's Guide[M].2001.
- [14] 徐 勇,甘国辉,王志强. 基于 WIN-YIELD 软件的黄土丘陵区作物产量地形分异模拟[J]. 农业工程学报, 2005,7:61—64.

Crop growth simulation system based on web services and GIS and its application

Wang Zhiqiang¹, Gan Guohui¹, Wang Jian^{1, 2}, Xu Yong¹

(1. Institute of Geographic Sciences and Natural Resources Research, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China;
2. National Engineering Research Center for Information Technology in Agriculture, Beijing 100089, China)

Abstract: Based on the superiority of web services technology and the difficulty in share of the crop simulation models, the author brings forward an integrated system framework established on the basis of web services and GIS. The author also accomplished the web service to simulate crop yield and developed a system under the framework successfully, which has been applied into the Yangou basin in China. The practice shows that it is feasible to put the web services into the use of crop simulation, which is in favor of system integration and share of the crop models for the whole society.

Key words: web services; GIS; crop simulation