

支持植物学大数据整合与公众服务的iFlora云平台建设

王亚楠, 庄会富, 王雨华

中国科学院昆明植物研究所, 云南 昆明 650201

摘要

提出了“iFlora—大数据云平台”的建设计划,从可行性和必要性角度出发,介绍了该平台的数据需求和初步的工作基础,提出了较详细的建设思路,综述了其应用前景。该平台以“中国植物物种”为核心,从物种名称、文献、图片、DNA、标本、地理分布、种质资源、栽培和价值等角度整合国内外多维度的数据资源,全面整合植物生物多样性宏观、微观各个层面的科学数据。在系统架构上,采用资源层、接口层和服务层的框架完成数据资源的汇集、整合和管理。在服务模式上,开发和开放系统接口,多种方式服务于科学研究、政府决策以及公众科普认知。

关键词

iFlora;植物学;大数据;数据整合;公众服务

中图分类号:TP391

文献标识码:A

doi: 10.11959/j.issn.2096-0271.2016064

Constructing iFlora cloud platform for botany big data integration and public service

WANG Yanan, ZHUANG Huifu, WANG Yuhua

Kunming Institute of Botany, Chinese Academy of Sciences, Kunming 650201, China

Abstract

A construction plan of iFlora cloud platform was proposed. The validity and necessity of this platform were explained. The data demands and the working foundations were introduced. The construction frame was designed. And its applications were prospected. The platform will concentrate on the scientific data of Chinese plant species, including data of species name, reference, photo, DNA sequence, specimen, biogeography data, germplasm, cultivation and usage value. Technically, it will be based on the resource layer, the communication layer and the service layer to collect, integrate and manage the botany data. Functionally, it will be available for science research, governmental decision-making and public education in different ways, such as user interface, data interface and the data analysis service.

Key words

iFlora, botany, big data, data integration, public service

1 引言

随着信息技术的飞速发展,计算机和网络技术被广泛应用于基础数据的采集、信息的存储以及科学假设的提出、分析和验证等科学研究的方方面面。一批科学数据管理系统如雨后春笋般孕育而生,一些优秀的文献也通过电子化的手段进行建库,科学实验的数据一步步地转化为网络资源。这样的转化是迅速的,正如资本主义发展的原始积累,在很短的时间内,科学数据增长到TB、PB、EB、ZB级别。在植物科学领域,全世界现已认知的有花植物为22~40万种;我国已知的高等植物有34 665种,占世界已知物种的10%左右。目前,与植物相关的遗传信息、标本、图片等已有的信息量几乎是无限的,并且依然保持着指数式的增长^[1]。据报道,美国国立生物技术信息中心(National Center for Biotechnology Information, NCBI)的GenBank核酸碱基数目大概每14个月就翻一倍。截至2016年6月15日,GenBank拥有1.9亿余条基因序列,涉及2 132多亿个核苷酸碱基对^①。生物信息学、生态学、生物地理学、分子生物学等多学科的交叉协作也极大地促进了植物数据的爆发式发展,植物学正进入大数据时代。

国内外都很重视生物多样性数据的积累以及平台的建设。由于国外生物多样性平台起步较早,国内生物多样性平台的建设明显滞后于国外,一些成功的国际性研究项目,如物种2000^②、全球生物多样性信息网络^③、生命条形码^④、美国国立生物技术信息中心^⑤以及网络生命大百科全书^⑥等在方便全球共享的同时往往一家独大,大量宝贵的数据资源流向国外。近年来,国家也深刻意识到目前网络信息安全面临

的形势任务复杂和所处地位的重要。中国共产党第十八届中央委员会第三次全体会议,习近平总书记亲自挂帅,担任中央网络安全和信息化领导小组组长,更是将信息安全列入了国家发展的最高战略方向之一,而植物学相关的科学数据是战略生物资源的核心信息,从保障国家战略生物资源信息安全的角度,也需要构建自主可控的植物学科学数据平台。

海量存储、分布式计算、智慧算法、云服务等技术的发展以及大数据解决方案的日渐成熟,使得构建植物学大数据平台的想法成为了可能。2012年,李德铎等^[2]提出了iFlora的概念,即将植物学、DNA测序技术与信息技术相结合,通过系列关键技术的集成和攻关而研制,集标本(样品)收集、遗传信息获取、形态学和DNA数据分析为一体,为植物学专家、政府部门、行业和公众提供便捷、准确识别植物和获取相关信息的新一代“植物志”。大数据时代的今天对iFlora信息化平台的建设提出更高的要求。由此,中国科学院昆明植物研究所提出了“iFlora—大数据云平台”的建设计划,作为新一代植物志iFlora的信息化载体和基础设施,并初步开展了相关工作,希望通过整合国内外多维度的植物数据资源,建设以“中国植物物种”为核心,服务于植物学学科发展、国家职能管理和社会公众生物多样性科学认知的云服务平台。

2 iFlora—大数据云平台的数据基础

iFlora—大数据云平台重点关注名称名录、文献、图片、DNA、标本、种质资源、栽培和价值等方面的数据,如图1所示。

名称名录是整个iFlora系统的基础,

① <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/release/current/>

② <http://www.sp2000.org/>

③ <http://www.gbif.org/>

④ <http://www.boldsystems.org/>

⑤ <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/>

⑥ <http://www.eol.org/>

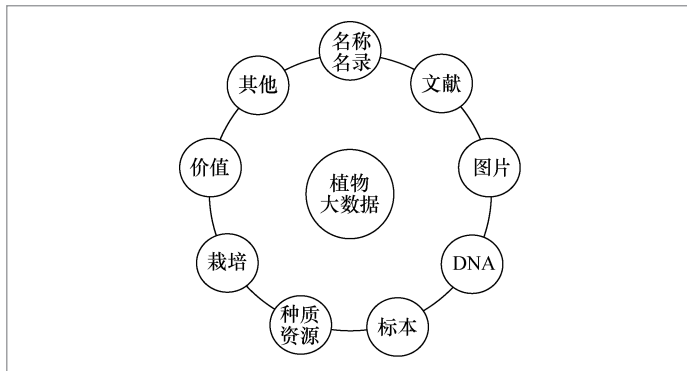


图1 iFlora—大数据云的数据范围

⑦

<http://db.kib.ac.cn/eflora/Default.aspx>

⑧

<http://www.genobank.org/default.aspx>

⑨

<http://www.kun.ac.cn/>

⑩

<http://www.ethnobotany.cn/>

⑪

<http://www.iflora.cn>

⑫

<http://m.iflora.cn/topic201503001/index.aspx>

⑬

http://weibo.com/u/1853568305?is_hot=1

包括物种名称和物种系统位置两方面的内容, 希望建成整合中国植物志、Flora of China、地方植物志等中国本土物种名称的数据集, 还希望把世界上其他国家的志书整合其中。同时, 跟踪最新的文献数据, 能够及时添加新发表的植物物种名称, 更新其系统位置。随着人们对植物引种和栽培行为的日益增多, 栽培物种的名称也将会是名称收集工作的一大重点。文献数据是名称的引证和溯源, 将文献信息与最新的分类学研究结果建立关联, 就有可能完整记录和追溯特定研究对象的历史研究过程和动态。图片信息详尽地记录了物种形态特征的各个细节, 展示该物种在自然环境下的整体形貌, 形式上可能是野外调查和采集拍摄的数码照片、历史标本的后期影像以及植物志书等资料中的科学绘画。DNA序列分析是植物鉴别的新方式, 被各方学者论证有望成为最“靠谱”的鉴定方式^[3,4]。标本是几个世纪来分类学家积累下来开展生物多样性研究宝贵的财富, 是物种在某个时间和地点存在的第一手证据。种质资源信息是指保存野生植物种子、植物离体材料、DNA等遗传材料的关键信息, 对保存生物多样性有重要意义。栽培和价值数据一直是植物学工作者研究关注的热点之一, 随着人们生活水平的提高, 越来越多的公众开始关注栽培、价值信息。

2.1 已有的数据和平台基础

中国科学院昆明植物研究所依托研究所各科研部门深厚的数据积累, 先后建成了中国植物物种数据库^⑦、中国西南野生生物种质资源库^⑧、中国重要植物物种DNA条形码数据、昆明植物所标本馆^⑨、重要及有用植物数据库、民族植物学网站^⑩等数据库系统。在中国科学院“十二五”信息化建设专项“科技数据资源整合与共享工程”项目的支持下, 通过工作机制的建立和标准规范的制定, 依托已建设完成的科学数据库、研究所各科研部门深厚的数据积累, 对iFlora研建急需的核心数据、基础数据和拓展数据三级信息水平进行系统整合, 构建我国维管植物iFlora标准数据库(reference library), 据此初步建成了支撑数据汇聚、融合和服务的应用平台——iFlora信息平台^⑪, 现已整合涵盖分类学、DNA、图像、标本、种质资源和民族植物学等多元信息, 涉及300余科3 434属39 971种(含种下等级)中国植物物种的数据。另外, 也一直很重视手机应用、微信、微博等新媒体传播方式的运用, 发布了iFlora手机应用——“哥认得”软件, 一个基于位置的认植社区软件^⑫, 建立并维护中国科学院昆明植物研究所官方微博^⑬、中国科学院昆明植物研究所微信群等科普频道, 着力打造植物资源类的学习社区, 多层次地带动、培育和拓展我国物种识别圈和生物文化圈。

2.2 优秀的开源网络资源

在科学研究日益全球化的今天, 大量关于中国植物物种的科学数据, 分散发布在国内外的数据平台中, 需要让漂泊在国外的数据回国。在自身数据积累的同时, 吸收与整合国际上一些主流的数据库系统也

是急需开展的数据整合方式。比如, NCBI 中GeneBank的数据可以通过FTP的方式下载。Catalogue of Life每年都会在官网上发布“年度物种清单”供用户下载, 也可以在线填写表格申请DVD光盘。全球生

物多样性信息网络 (global biodiversity information facility, GBIF) 支持对查询结果的导出下载操作。下边列举一些国内外成熟的数据库系统, 可以在线访问其资源, 见表1。“海归数据”与国内数据的有机

表1 国内外成熟的数据库系统

主题	网站名称	网址
名称名录	The PlantList	http://www.theplantlist.org
名称名录	Tropicos	http://www.tropicos.org
名称名录	The International Plant Names Index	http://www.ipni.org
名称名录	Catalogue of Life	http://www.catalogueoflife.org/
名称名录	uBio	http://www.ubio.org/
名称名录	Species 2000 (中国节点)	http://www.sp2000.cn/
名称名录	中国自然标本馆	http://www.cfh.ac.cn/
文献	Biodiversity Heritage Library	http://www.biodiversitylibrary.org/
文献	BHL中国节点	http://www.bhl-china.org/bhl/
文献	eFloras.org	http://www.efloras.org
文献	中国植物物种信息数据库	http://db.kib.ac.cn
文献	中国植物志	http://frps.eflora.cn/
图片	Discover Life	http://www.discoverlife.org/
图片	中国植物图像库	http://www.plantphoto.cn/
DNA	National Center for Biotechnology Information	http://www.ncbi.nlm.nih.gov/
DNA	The Barcode of Life Data Systems	http://www.boldsystems.org/
DNA	Darwin Tree	http://www.darwintree.cn/index.shtml
标本	Global Biodiversity Information Facility	http://www.gbif.org/
标本	法国国立自然历史博物馆	http://www.mnhn.fr/
标本	纽约植物园	http://sweetgum.nybg.org/
标本	俄罗斯科学院科马洛夫植物研究所	http://www.binran.ru/
标本	英国皇家植物园 (邱园)	http://www.kew.org/
标本	日内瓦植物园	http://www.ville-ge.ch/cjb/
标本	密苏里植物园	http://www.mobot.org/
标本	英国自然历史博物馆	http://www.nhm.ac.uk/
标本	哈佛大学标本馆	http://kiki.huh.harvard.edu/
标本	Global Plants	http://plants.jstor.org/
标本	国家标本平台	http://www.nsii.org.cn/
标本	中国数字植物标本馆	http://www.cvh.org.cn/
种质资源	中国西南野生生物种质资源库	http://www.genobank.org/
栽培	植物引种与保育数据库	http://sdb.xtbg.ac.cn/
栽培	植物园主题数据库	http://pcdb.wbgcas.cn/
栽培	中国数字植物园	http://www.cvb.org.cn/
价值	中医世家	http://www.zysj.com.cn/index.html
价值	民族植物学	http://www.ethnobotany.cn/
综合	Encyclopedia of Life	http://www.eol.org/
综合	USDA PLANTS	http://plants.usda.gov/
综合	中国植物主题数据库	http://www.plant.csdb.cn/
综合	iFlora智能植物志	http://www.iflora.cn/

整合将更加完善iFlora—大数据云平台数据资源的完整性。

3 iFlora—大数据云平台的建设思路

iFlora—大数据云平台采用面向服务的架构(service-oriented architecture, SOA)开发。SOA就是要把一个复杂的项目需求拆分成多个独立的业务服务,然后对每个服务进行功能逻辑封装,之后用统一规范的通信接口,实现不同业务服务的相互通信。根据业务需求分析后,采用SOA的理念实现项目开发,可以让项目中的业务服务更为标准和独立,解决当前企业项目随着

④
http://m.
biodiscover.com/
news/research/
173742.html

业务需求变化而产生的敏捷性问题。

具体来说,搭建资源层、接口层和服务层3层架构,如图2所示。底层是资源层,是一个集合数据采集、查询、分析和挖掘等功能的“黑箱”,用户发送请求,“黑箱”将负责处理请求,将需要请求的数据回复用户。资源层需要对海量的数据进行分布式存储,经过治理的数据可以在高维数据库中很快地获得查询,并满足用户对于海量数据特异性分析的实时计算。然后对外提供特定接口平台,通过服务中心对外进行各类服务。

3.1 大数据基础设施

植物学大数据云平台的建设存在计算构架、大数据存储与管理方案、大数据挖掘方法与流程3个方面的挑战^④。随着大数据解决方案的提出和发展,一些大数据基础设施逐步被使用到大数据的处理中,Hadoop和Spark已经成为目前大数据分析处理的主流平台^[5]。选择Hadoop框架作为iFlora—大数据云平台的基础设施。Hadoop框架是Apache开发的一个可靠的、可扩展的分布式开源计算框架。提供的Hadoop分布式文件系统(Hadoop distributed file system, HDFS)是运行在通用硬件上的分布式文件系统,具备明显的成本优势,意味着允许用户使用廉价的Linux机器构建系统,采用集群的方式,可扩展性非常高,可实现高吞吐量访问,容错能力非常强,安全、方便地解决了海量数据分布式存储的问题。MapReduce是一个高性能的批处理分布式计算框架,采用分布式计算降低数据迁移成本,可对海量数据进行流式计算、实时计算,数据处理快,适合处理各种类型的数据,包括结构化、半结构化和非结构化数据。HBase是一个面向列的分布式数据库,具有高可扩展

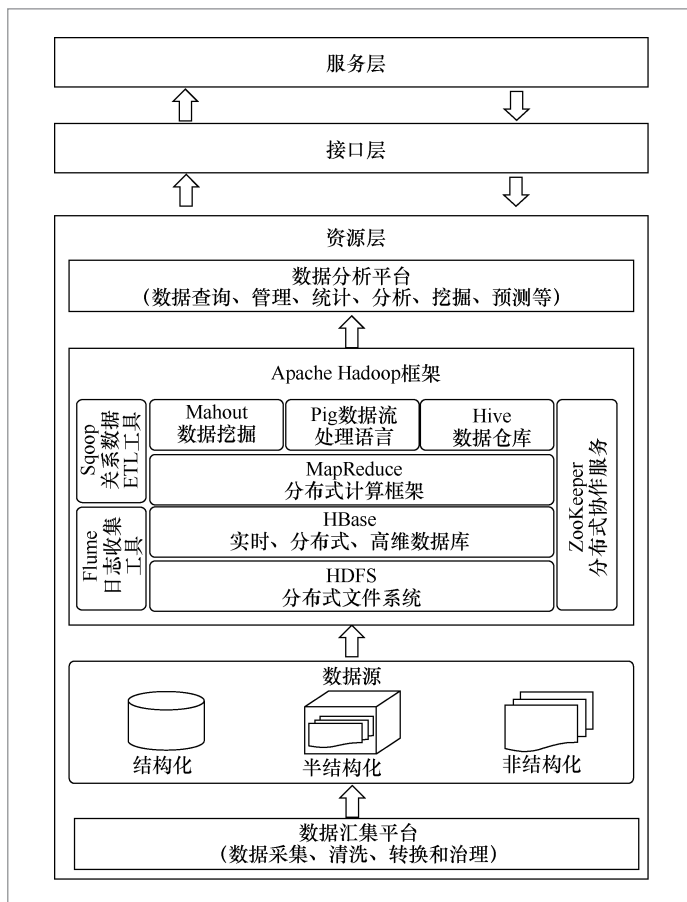


图2 iFlora—大数据云平台框架

性,动态扩容过程无需停机,支持高并发用户数的高速读写访问。Hive是一种建立在Hadoop之上的数据仓库架构,针对海量数据可实现高性能查询和分析。Mahout是一套具有可扩充能力的机器学习类库。它提供机器学习框架的同时,还实现了一些可扩展的机器学习领域经典算法,可以帮助开发人员更加方便快捷地创建智能应用程序。通过和Apache Hadoop分布式框架相结合,Mahout可以有效地使用分布式系统来实现高性能计算。以Apache Hadoop基础设施为基础,iFlora—大数据云平台通过多组织平台的开发,主要解决数据采集、存储、整合、管理、发布、分析和挖掘等几个方面的问题。

3.2 数据的汇集

数据的汇集是iFlora—大数据云平台首先需要解决的问题。没有数据,正如无米之炊,无源之水。数据汇集平台的目的就是建立一套合理、恰当、可持续性的方式,获得质量可靠的数据。围绕植物的名称名录、文献、图片、DNA、标本等数据进行采集、清洗、转换和治理,获得结构化、半结构化和非结构化的数据存入数据库。

数据源所依赖的应用系统、数据库管理系统乃至操作系统之间的不同构成了系统异构,数据源在存储模式上的不同构成了模式异构。对于多源异构数据的采集,需要针对不同的情形制定不同的汇集方案。结构化数据一般存储在数据库中,是具有一定逻辑结构和物理结构的数据,数据库系统的数据多为这种形式。对于自身建立的数据库系统之间,通过各数据源之间的数据交换格式进行一一映射,实现数据共享。对于外部的数据系统,可采用中间件的方式实现多平台、多结构数据的集成。基于XML的集成是解决异构数据集成

的一种常用而且较好用的方法^[6]。通过给出各交换信息的Schema标准结构定义,然后确定应用系统数据到标准XML数据文件的转换映射模式,接着实现数据的转换,完成标准XML数据文件到本地应用数据的转换。目前,生物多样性数据标准就给出了一些供参考的XML标准结构,如LSID、Darwin Core、Dublin Core、KML等的生物多样性数据标准已获得国际的认可,并在很多项目和平台中推广和应用^[7]。此外,网络爬虫也是进行数据收集的常用方式。

采集的数据除了异构性的问题,还可能出现语义冲突、数据冗余甚至不一致的情况,因此,数据采集之后更要注意对数据的清洗、转换和治理,力求获得高质量的数据存于数据库中。

3.3 数据的整合

在植物领域,名称是一个事物区别于另一个事物的直接标识^[8]。《国际植物命名法规》规定,一个植物只能有一个合理的拉丁名,两个不同植物不能有同样的学名(双名)^[9]。基于这样的原则,以往的植物学整合数据库就是将多源异构的数据按拉丁学名进行比对,相同拉丁名即认为是同一个植物,由此得出整合的数据。为了提高整合的准确率,还需要同时考虑异名和地方名的情况,建立涵盖拉丁学名、拉丁异名、地方名等的名称库。对于“同名异物”“异物同名”等有异议的特殊情况,需要分类学家引证追溯,综合分析,完成对名称的修订和维护工作。

面对海量的植物学数据,不可能单纯沿用“名称比对+专家修订”的方式进行数据整合。近年来,基于语义的数据整合技术给多源异构数据的整合提供了更好的解决方案^[10,11],也更加符合科学家认识事物的规律。为了实现科学数据语义实体的整

合,要求能够将实体和它们之间的关系描述清楚,或者参照其他更好的本体库(如使用标准的本体描述语言OWL或者通过受控词表等)进行标注。

3.4 数据的处理

对数据的处理主要通过数据分析平台完成。数据分析平台是针对用户各异的需求,对海量的数据完成查询、管理、统计、分析、挖掘和预测等一系列的操作。为了完成各异的需求操作,可能需要涉及各类智能算法,如支持向量机、贝叶斯分类器、基于实例的分类法、决策树分类法、基于规则的分类法、决策树学习、人工神经网络、贝叶斯网络、强化学习等。根据所需请求的服务编程,提供相应的服务接口。

4 iFlora—大数据云平台应用前景

大数据最大的魅力在于,通过对多维度、多角度、多层次的信息的交叉验证,可以形成对事实“真相”的判断(即“交叉复现”),人类世界的真相和行为轨迹变得如同澡盆里的鱼一样“全息可见”。建设iFlora—大数据云平台的意义正在于此,希望通过多维度、多角度、多层次的信息,回答以往生物多样性平台无法回答的问题,使得植物科学领域的问题全息可见,便于科学家的发现和研究,便于公众方便获取所需信息,服务于国家决策,惠及社会。

4.1 植物物种鉴定服务

传统的植物鉴定^[12]主要参考植物的形态特征和地理分布做出判定,鉴定者会对未知植物的形态性状进行识别确认,依照分类检索表提供的性状特征,按单路径

或多路径逐一进行对应匹配,最终获得的检索结果即完全匹配这些特征的某一分类群,鉴定即告完成。iFlora—大数据云平台将提供更加丰富的鉴定方式,不再限于智能检索、图像识别、DNA鉴定等形式。基本原则就是将越多维的信息证据提交上来就会获得更加准确的鉴定。植物的形态特征如何、实景照片是什么样、该位置是否有分布等多维度的信息将和库中已有的信息进行交叉验证,从而给出可能的物种。

4.2 植物学科学大数据服务

iFlora—大数据云平台将给出多维的数据信息,提供全面的植物学科学数据服务,这对植物学家来说有着重要意义。以往的植物学研究多集中在单一或低维度的研究,如物种形态特征、地理分布、DNA等。将多维度的数据集合在一起考虑,会给科学家们提供新的视野。

4.3 公众科普认知教育

科学数据启程于科学研究,最终还是要归于公众,服务于社会。iFlora—大数据云平台将为社会公众提供丰富翔实的植物信息,方便公众随时随地了解和认识植物,增强保护植物和生态环境意识。同时,结合新媒体,开展植物生物多样性相关的科学普及与推广,提高社会公众植物认知水平,将有助于提高全社会的生态文明意识,有助于形成人人认植、人人爱植、人人护植的和谐社会生物文化圈。

4.4 生物多样性保护与开发决策支持服务

生物多样性尤其关心两个基本问题:物种及其地理分布。海量的植物数据对中

国有多少植物物种、它们的地理分布格局如何、国家或地区尺度上应该采取什么样的保护策略等问题将给出全息的答案。关注西南、西北等生态脆弱区域和生物多样性热点区域生物多样性基础数据的收集,对历史数据进行分析和挖掘,可为保护区规划等政府决策提供咨询建议。这对国家制定植物生物多样性保护决策有着重要的意义。

在植物资源开发利用方面,海量的物种分布、地理信息和气候等数据将有利于构建栽培植物的灾害预警分析平台,同时在园林园艺绿化方面,有助于开展适宜城市生态环境的本土树种的筛选工作,将有效避免物种入侵等生态灾难的发生。

5 结束语

植物学科学大数据的意义不仅在于掌握大量的数据信息,更在于对这些含有意义的数据进行加工和挖掘,为科学研究、经济发展和生态保护提供资讯支撑。如今,为了构建中国植物生物多样性为核心的iFlora—大数据云平台,一方面需要打破各个数据库、信息系统之间的信息壁垒和孤岛,结合植物生物多样性数据内在的关系特点,汇聚整合形成完整的科学大数据集;另一方面,需要建立依托于iFlora—大数据云平台的科研工作和信息化服务模式,建立可持续发展的工作机制。在植物科学领域,大数据既是机遇也是挑战。

参考文献:

[1] 王利松,陈彬,纪力强,等.生物多样性信息学研究进展[J].生物多样性,2010,18(5):429-443.
WANG L S, CHEN B, JI L Q, et al. Progress in biodiversity informatics[J].

Biodiversity Science, 2010, 18(5): 429-443.
[2] 李德铎,王雨华,伊廷双,等.新一代植物志:iFlora[J].植物分类与资源学报,2012,34(6):525-531.
LI D Z, WANG Y H, YI T S, et al. The next-generation Flora: iFlora[J]. Plant Diversity & Resources, 2012, 34(6): 525-531.
[3] 高连明,刘杰,蔡杰,等.关于植物DNA条形码研究技术规范[J].植物分类与资源学报,2012,34(6):592-606.
GAO L M, LIU J, CAI J, et al. Asynopsis of technical notes on the standards for plant DNA barcoding[J]. Plant Diversity and Resources, 2012, 34(6): 592-606.
[4] 曾春霞,杨俊波,杨静,等.关于iFlora创建工作框架的建议[J].植物分类与资源学报,2012,34(6):555-561.
ZENG C X, YANG J B, YANG J, et al. A proposed framework for iFlora[J]. Plant Diversity and Resources, 2012, 34(6): 555-561.
[5] 何海林,皮建勇.大数据处理平台比较与分析[J].微型机与应用,2015,34(11):7-9.
HE H L, PI J Y. Big data processing platform comparison and analysis[J]. Microcomputer & its Applications, 2015, 34(11):7-9.
[6] 马文峰,杜小勇.基于数据的资源整合[J].情报资料工作,2007(1):41-45.
MA W F, DU X Y. Resource integration based on data[J]. Information and Documentation Services, 2007(1): 41-45.
[7] 许哲平,崔金钟,覃海宁,等.中国生物多样性e-Science平台建设构想[J].生物多样性,2010,18(5):480-488.
XU Z P, CUI J Z, QIN H N, et al. On the architecture of biodiversity e-Science infrastructure in China[J]. Biodiversity Science, 2010, 18(5): 480-488.
[8] 张宇,王雨华.中国植物名称数据库的建设及若干问题的探讨[J].云南植物研究,2010,32(5):401-406.
ZHANG Y, WANG Y H. The researching and discussion on the construction of the database of Chinese plant names index

- (CPNI)[J]. Acta Botanica Yunnanica, 2010, 32(5): 401-406.
- [9] 钟云芳, 宋希强. 异物同名异名同物——我国花卉命名有点乱[J]. 中国花卉园艺, 2003(14): 28-29.
ZHONG Y F, SONG X Q. Homonym and synonym: China flower names has a little chaos[J]. China Flowers & Horticulture, 2003(14): 28-29.
- [10] 杨聘. 基于语义的金融行业大数据整合及处理技术[D]. 浙江: 浙江大学, 2013.
YANG K. The financial big data integration and processing technology based on semantics[D]. Zhejiang: Zhejiang University, 2013.
- [11] 白如江, 冷伏海. “大数据”时代科学数据整合研究[J]. 情报理论与实践, 2014, 37(1): 94-99.
BAI R J, LENG F H. The research of scientific data integration in the era of big data[J]. Information Studies: Theory & Application, 2014, 37(1): 94-99.
- [12] 方伟, 刘恩德. 经典植物分类学的发展与 iFlora[J]. 植物分类与资源学报, 2012, 34(6): 532-538.
FANG W, LIU E D. The development of classical plant taxonomy and iFlora[J]. Plant Diversity and Resources, 2012, 34(6): 532-538.

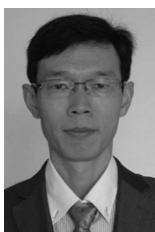
作者简介



王亚楠 (1988-), 男, 中国科学院昆明植物研究所科学数据库管理员, 主要从事生物多样性平台的建设工作。



庄会富 (1985-), 男, 中国科学院昆明植物研究所科技信息中心主管, 主要从事生物多样性信息学的研究和建设。



王雨华 (1970-), 男, 中国科学院昆明植物研究所研究员、副所长, 主要从事民族植物学和生物多样性信息学的研究和建设。

收稿日期: 2016-09-12

基金项目: 中国科学院“十二五”信息化建设专项“科技数据资源整合与共享工程”基金项目资助 (No.XH12504-2-02); 国家科技基础性工作专项基金项目资助 (No.2013FY112600)

Foundation Items: Scientific Data Integrating and Sharing Project, Special Project of Informatization of Chinese Academy of Sciences in “the Twelfth Five-Year Plan” (No.XH12504-2-02), National Science and Technology Basic Special of China (No.2013FY112600)