

基于Web of Science的云计算研究的文献计量分析*

□ 蔡京 袁红 / 南通大学管理学院 南通 226019
胡新平 / 南通大学图书馆 南通 226019

摘要: 论文运用Web of Science精炼检索结果功能和文献计量工具Endnote, 对数据库中收录的云计算研究的相关文献的发表时间、文献类型、发表地区、期刊来源、著者、主题以及引证情况进行统计分析, 试图全面揭示国内外云计算研究的概貌, 同时预测了云计算的未来发展方向。

关键词: 云计算, 文献计量分析, 研究热点, 研究趋势

DOI: 10.3772/j.issn.1673—2286.2012.10.002

1 引言

云计算是继串行处理、并行处理、网格处理(分布式处理)之后的最新计算机处理模式。云计算将计算任务分布在大量计算机构成的资源池上, 使各种应用系统能够根据需要获取计算力、存储空间和各种软件服务^[1]。云计算的特点和优势在于: 快速满足业务需求; 低成本, 绿色节能; 提高资源利用和管理效率。

2006年8月, Google执行总裁埃里克·施密特在搜索引擎大会上首次提出了云计算的概念。在其后的几年中, 云计算迅猛发展, 被视为科技产业的一次新革命。IBM的创立者托马斯·沃森曾表示, 全世界只需要5台电脑就足够了。比尔·盖茨则在一次演讲中称, 个人用户的内存只需640K足矣^[2]。

近几年来, IT业界正掀起一波云计算热。学术界对于云计算的研究也逐渐升温。在云计算概念被提出的6年间, Web of Science收录的文献数量达到了1500余篇。为了了解国内外云计算的研究现状, 本文以Web of Science中收录的云计算研究的相关文献作为研究对象, 采用了文献计量学的研究方法进行统计分析, 试图揭示当今云计算研究的概貌, 并对未来云计算研究的发展作出预测。

2 研究方法

2.1 数据来源

本次研究选取的数据来源为Web of Science数据库, Web of Science是美国Thomson Scientific公司开发的大型综合性、多学科、

核心期刊引文索引数据库, 是全球最大、覆盖学科最多的综合性学术信息资源, 收录了自然科学、工程技术、生物医学等各个研究领域最具影响力的超过8700种核心学术期刊。研究中使用的Web of Science数据资源涵盖了4个引文数据库(SCI-EXPANDED、CPCI-S、BKCI-S、BKCI-SSH)以及两个化学数据库(CCR-EXPANDED、IC), 对云计算的研究主题有很好的覆盖, 保证了研究的科学性。

2.2 检索方法

检索词设定为“cloud computing”(包含引号, Web of Science检索网页中在检索词上添加引号默认为精确检索), 检索策略为关键词(Topic)检索, 检索年限为Web of Science收录的所有年

* 本文系国家社会科学基金项目“基于云计算技术与理念的文献资源服务研究”(编号: 09CTQ011)研究成果之一。

限(1950-2012年)。

2.3 分析工具

合理使用分析工具有利于提高文献计量研究的效率和准确性,目前文献计量分析的专门软件有很多。本次研究结合使用了Web of Science数据库自带的精炼检索结果功能以及文献计量工具EndNote。EndNote与Web of Science同是Thomson Scientific公司开发的产品,对Web of Science的导出数据有较好的兼容性^[3]。

3 统计与分析

本研究选取2012年4月30日Web of Science数据库中收录的数据作为数据源,按2.2中的检索方法获得云计算研究文献1564篇。

3.1 时间分布分析

应用Web of Science的精炼检索结果功能,可以完成包括出版年统计的多个文献计量项目的统计与表示。时间分布分析即对云计算文献的发表时间进行统计分析,从而了解云计算研究的发展阶段和发展趋势。表1展示了历年云计算研究相关文献的发表数量。

数据表明,云计算研究的第一篇文献出现于2007年,这符合云计算概念2006年被提出的事实。第一

篇关于云计算的文献是美国的作家Waldrop M. Mitchell于2007年8月发表的一篇科技文献*Data center in a box - A shipping container stuffed with servers could usher in the era of cloud computing*,他在文章中向读者介绍了云计算的概念,并描述了云计算将给使用者带来的便利。在提出之初的一年内,并没有专家学者进行云计算方面的研究,2009年以前的云计算文献发表数量都处于较低水平,这表明了,云计算在提出之初并未受到学术界的重视。这可能是由于埃里克·施密特提出的云计算只是一个设想的概念,云计算的发展前景很好,但由于缺乏切实可行的实现方案,使得云计算的想法美好但不现实。这也解释了为什么在Web of Science中出现的第一篇云计算的作者是一个科技作家而非科研工作者。

图1表示了近几年云计算研究和网格计算研究文献数量的变化趋势。云计算的前身是网格计算,网格计算诞生于90年代初期,2000年以后正是网格计算的一个高速发展时期。2007年Web of Science中收录的Grid computing相关文献数量为720篇,正是网格计算文献发表数量最多的一年,而在此同时,云计算正作为一种新生技术悄然萌芽。可以明显看出,2009-2011年间,随着云计算发文数量的增加,网格计算的相关文献数量锐减。云计算的快速发展阶段在2009-2010

年,这比网格计算从90年代初到2000年约10年的初期引入阶段明显短了许多。

上面提到云计算用了两年时间进入了高速发展阶段,这与如今的成熟的科研体系不无关系,同时我们也看到Google、IBM等IT企业为此作出了不少贡献。为了改变云计算初期不被学术界关注的局面,Google和IBM于2007到2008年间在美国、中国多所著名高校内开展了“云计算学术计划”,为这些高校的云计算研究提供硬件和资金的支持。同时,更多的IT企业也投入到了云计算的研发之中,这也就导致了2009年云计算相关文献数量的跳跃式增长,这一年的云计算研究文献数量为2008年文献数量的近12倍。

由于2012年的文献数量我们只统计了1-4月份,所以图1中并没有计入2012年的数据。2012年1-4月发表的文献为100篇,这一数字与2009年上半年云计算的发文数量103篇基本相当,可见,2012年云计算研究仍然是一个持续的关注热点,保持稳定增长趋势。加之近几年来,该领域研究呈现出下半年的发文数量明显高于上半年的规律,可以预测,2012年下半年云计算研究的发文数量仍会延续这一趋势,呈现较之上半年的大幅度的增长,全年发文数量将远大于2011年的403篇。

3.2 文献类型分析

在Web of Science的导出的文献题录中有文献类型字段,据此获得云计算研究文献的文献类型分布,表2列举了所占比例前五的文献类型。

由于文献类型交叉,所以下

表1 云计算研究文献的时间分布

年份	2007	2008	2009	2010	2011	2012
文献数量	1	35	405	451	572	100

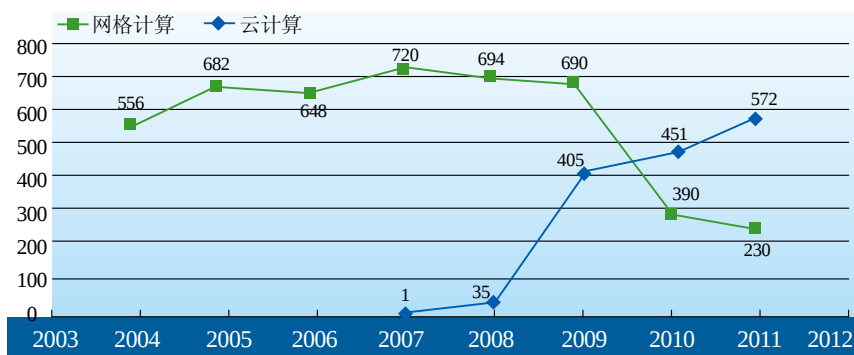


图1 云计算与网格计算文献数量变化趋势图

表2 文献类型及相应数量

排行	文献类型	文献数量	所占比例
1	PROCEEDINGS PAPER	984	62.916%
2	ARTICLE	525	33.568%
3	EDITORIAL MATERIAL	70	4.476%
4	REVIEW	14	0.895%
5	MEETING ABSTRACT	7	0.448%

表中所占比例之和大于100%。可以将会议摘要视为会议论文的一种，即文献类型主要有：会议论文（PROCEEDINGS PAPER），一般文献（ARTICLE），编辑素材（EDITORIAL MATERIAL），评论（REVIEW）。其中会议论文和一般文献占据了绝大部分，而会议论文所占比例达到了全部文献的三分之二。

表3中列举了相关文献数量在10篇以上的会议。会议文献的数量为984篇，涉及会议576个，其中大多数会议的相关文献数量在3篇

以下。排在第一的会议是第一届云计算国际研讨会（CLOUDCOM 2009），相关文献数量为51篇，明显高于其他会议。CLOUDCOM 2009是2009年在北京举行的一次云计算专题会议，由北京交通大学、中国电子学会、武汉大学联合举办，会议的主要内容涉及云/网格体系架构、中间件框架、软件即服务（SaaS）、硬件即服务（HaaS）、数据网格和语义网、虚拟化技术和资源管理、安全和风险、容错和可靠性、高性能计算、效用计算、社会和科学计算等。

值得注意的是，在表3中列举的5个会议中，有3个会议与IEEE有关，而统计文献数量前20的会议，与IEEE相关的数量达到了15个。IEEE即美国电子和电气工程师协会，它收录全世界电子和电气还有计算机科学领域30%的文献，另外它还制定了超过900个现行工业标准，是电子行业较有权威性的研究机构。而近年来IEEE也将更多的目光投入到了新兴的云计算上，IEEE年均发表云计算相关文献50余篇，云计算在其举办的各次会议上也成为了热门话题。

3.3 文献发表地区分析

云计算具有很好的商业应用前景，如今各国都在积极投入云计算的研究和开发中，各国发表云计算文献的数量可以大体表明其云计算的发展程度。通过统计文献的出版地，表4列举了文献发表数量在前十位的国家和地区。排名靠前的几个国家依次为：美国，中国，德国，澳大利亚，韩国。其中，美国和中国的文献所占比例明显高于其他国家。

美国的云计算相关文献发表数量占据第一是毋庸置疑的。美国一直在计算机和电子行业占据全球领先地位，许多大型IT企业例如Google、IBM的总部都在美国。美国对于云计算一直表现出相当的热情，2011年2月美国就发布了《联邦云计算战略》白皮书，规定在所有联邦政府项目中云计算优先，预计在美国联邦政府年度800亿美元的IT预算中有25%可以采用云计算，并规定每个联邦机构至少拿出三项应用向云计算迁移。而多数的云计算研究机构总部都在美国，例如

表3 会议名称及与其相关的文献数量

排行	期刊	文献数量
1	1ST INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLOUD COMPUTING CLOUDCOM 2009	51
2	IEEE INTERNATIONAL CONFERENCE ON CLOUD COMPUTING	16
3	15TH INTERNATIONAL EURO PAR CONFERENCE ON PARALLEL COMPUTING	11
4	INTERNATIONAL CONFERENCE ON UTILITY AND CLOUD COMPUTING	11
5	16TH IEEE SYMPOSIUM ON COMPUTERS AND COMMUNICATIONS LSCC	10

时这些高校也与一些IT企业联合研究开发云计算的应用。

其余国家的文献所占比例基本相似，除德国外都在5%以下。但是目前也有一种看法，将欧盟认为是在云计算方面仅次于美国的组织。如果考虑到欧盟成员国之间高度的科研合作共享关系，将各国云计算文献数量相加，欧盟也的确仅次于美国。

3.4 期刊来源分析

对某一领域研究论文的期刊分布情况进行分析，不仅可以确定该领域的核心期刊，为文献搜集和管理提供依据，为读者提供指导，还可以了解各刊物的办刊特点，指导刊物发展^[4]。Web of Science可以自动完成对检索文献的发表期刊统计，表5表示了发表文献数量在前10位的期刊。

排在第一位的LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE (LNCS) 在云计算研究领域具有很高的研究价值，从表格中可见其文献数量比第二位高出了3倍。LNCS是世界最大出版社之一的Spinger出版社以期刊形式发表计算机类会议论文的渠道。LNCE与LANI每年发表的文献总量超过两万篇，而计算机及其相关类的其他425个期刊总共每年才26000篇文章，可见LNCS在科学期刊中的地位。但是由于LNCS的文献数量过多，而且影响因子较低，在2007-2009年间LNCS的所有文献不被SCI（科学引文索引）收录，而SCI数据库又是Web of Science的重要数据来源之一，所以这对LCNS被Web of Science检索的情况也造成了一定的影响。从数据

表4 国家/地区发文数量

排行	国家/地区	文献数量	所占比例
1	USA	475	30.371%
2	CHINA	300	19.182%
3	GERMANY	97	6.266%
4	AUSTRALIA	76	4.859%
5	SOUTH KOREA	73	4.668%
6	ENGLAND	66	4.220%
7	JAPAN	61	3.900%
8	TAIWAN	57	3.645%
9	CANADA	45	2.877%
10	ITALY	44	2.813%

IEEE和ACM，这也使得每年在美国国内举行的云计算学术会议占到了会议的较大比例。

令人可喜的是中国在发文数量的排行上稳稳地占据了第二，发文数量上占到了文献总量的近20%。同时台湾地区也进入了前十的榜单，研究程度领先一些发达国家。中国在云计算研究方面处于国际领

先地位，这无疑与我国近来计算机行业先进程度的提高有关。在云计算的推广阶段，Google和IBM等企业就将眼光指向了中国。上海交大和台湾大学都是第一批加入到云计算学术推广计划中的高校，中国许多知名高校也相继加入了云计算计划之中，使得国内一些高校都投入了较大的精力在云计算研究上，同

表5 期刊名称及其发表文献的数量

排行	期刊	文献数量
1	LECTURE NOTES IN COMPUTER SCIENCE	191
2	CLOUD COMPUTING PROCEEDINGS	51
3	COMMUNICATIONS IN COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE	37
4	FUTURE GENERATION COMPUTER SYSTEMS THE INTERNATIONAL JOURNAL OF GRID COMPUTING AND ESCIENCE	26
5	IEEE INTERNET COMPUTING	25
6	IEEE INTERNATIONAL WORKSHOPS ON ENABLING TECHNOLOGIES INFRASTRUCTURE FOR COLLABORATIVE ENTERPRISES PROCEEDINGS	24
7	COMPUTER	22
8	PROCEEDINGS OF SPIE	18
9	IEEE GLOBAL TELECOMMUNICATIONS CONFERENCE GLOBECOM	17
10	JOURNAL OF PARALLEL AND DISTRIBUTED COMPUTING	17

表6 高产作者及其发文数量

排行	作者	文献数量	作者国籍
1	Buyya Rajkumar	29	Australia
2	Wang Cong	13	China
3	Ren Kui	13	USA
4	Breskovic Ivan	12	Australia
5	Lou Wenjing	11	China
6	Llorente Ignacio M	10	Spain
7	Montero Ruben S	9	Spain
8	Dustdar Schahram	8	Australia
9	Li Jin	7	China
10	Elmroth Erik	7	USA

可以看出, LCNS文献基本上是在2009年以后被收录的, 极有可能以上的192篇文献只是LCNS出版的云计算相关文献的一部分。

而第二位的 *CLOUD COMPUTING PROCEEDINGS*

是一份年度期刊, 主要收集发表当年内比较有影响力的云计算相关会议的文献。该期刊一直以传播最全面、最新的云计算资讯为宗旨, 载文数量在云计算同类期刊中较有优势, 具有一定

的学术参考价值。排名第三的文献是 *COMMUNICATIONS IN COMPUTER AND INFORMATION SCIENCE (CCIS)*, 中文一般译为计算机信息科学通讯, 是Springer出版的一般会议论文集, 与上面的LNCS出自同门。CCIS在出版风格上与LNCS明显不同, 其发文数量明显少于LNCS, 但更侧重于每篇文章的质量。

排名前十的其他期刊中, 有3个是IEEE的会议期刊, 2个是关于网络计算的期刊, 另外两个分别是光学研究和计算机科学研究期刊。

3.5 著者分析

由于Web of Science数据库提供的文摘中记录的作者姓名多为简写, 在统计作者发文频率时时常出现两个作者同名的情况(尤其对于中文姓名), 因此在研究中结合了Web of Science精炼检索结果功能与Endnote的文献计量分析功能, 通过对作者的国籍、联系方式等信息进行考证, 确认作者身份, 以保证数据的可靠性。据统计, 发文数量为一篇的作者占了约86.9%, 这表明了大多数作者对于云计算的研究不够深入。表6列举了发文数量在前十的作者。

Buyya Rajkumar是被Web of Science收录云计算研究文献数量最多的作者。他是澳大利亚墨尔本大学计算机科学与软件工程教授, 云计算与分布式系统实验室主任, 同时他也是一家云计算企业(Manjrasoft Pty Ltd)的创始人兼CEO, 他在计算机尤其是分布式计算与云计算领域作出过许多杰出贡献。他开发了高性能的计算和通讯

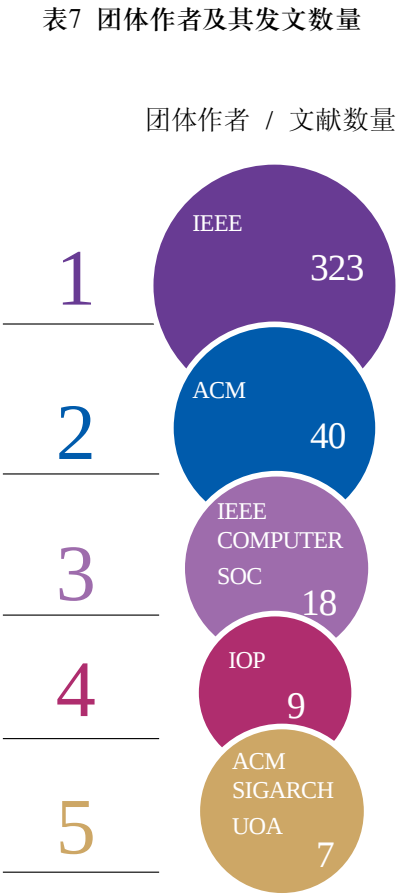
模式，建立了兼顾经济效益与服务性能的分布式计算系统，并将这些理念代入到网格计算与云计算的开发设计中，提出了“cloudbus”等新概念。

排名在二、三位的Wang Cong和Ren Kui合作关系密切，两人都是美国伊利诺伊理工大学电子技术和计算机工程部的博士，同时也是IEEE和ACM的会员。Wang Cong博士曾在武汉大学攻读通信和信息系统硕士学位，他在云计算的数据安全与加密技术上有一定的研究。Ren Kui博士则更擅长于无线网络安全和智能安全系统。

在前十的高产作者中，澳大利亚和中国各有三位作者，而西班牙有两位进入了高产作者的行列。但是从地区分析中可以看到，西班牙的云计算发文数量并不多，而澳大利亚也仅仅第四。当然一两位学者的研究成果并不能代表一个国家或地区的云计算发展程度，但是上述现象还归因于大部分学者同时也会参加各种研究机构，地区分析中是对文献发表地进行统计，而非作者国籍。

云计算文献的作者分析还揭示出一个规律，约25.4%的文献是以团体作者的身份发表的，这当中有一部分文献是组织的会议报告，而另一部分代表了文献作者的所在组织机构。表7列出了发文数量在前五的团体作者。

前文的文献类型的研究中已经发现了IEEE云计算研究的重要地位，而文献数量的数据再次证明了这一点。IEEE作为团体作者发表的文献数量达到了323篇，占团体作者发文数量的约81%，排名在第三位IEEE COMPUTER SOC也同样



团体作者中出现的另外一个组织是ACM（美国计算机协会），发文数量（包括ACM和ACM SIGARCH UOA）约12%。

3.6 主题分析

主题分析是文献计量分析中的一个重要组成部分，通过对文献主题的分析，可以准确把握目前学科中的研究热点和研究方向，以下从关键字和文献所属学科类型进一步分析：

3.6.1 关键词分析

关键词（Keywords）是经作者自己提炼的，能代表文章核心内容的2-3个词组。本研究使用Endnote工具的Subject Bibliography功能

对Web of Science文摘中提供的Keywords进行统计，共获得了3496个不同的关键字以及其在关键字中的出现次数。表8列举了排名前20的关键词。

通过对上表中列出的20个关键词的分析研究，可以清楚地发现国内外云计算研究的热点领域。上表中“cloud computing”、“cloud”、“computing”等关键词与云计算有直接字面上的联系，关键词“Grid computing”网格计算在上文中已经论述过，此处对上述几个关键字不作讨论。其余关键词大体可分为两类，一类是重在

表8 关键字TOP20

排行	关键词
1	cloud computing
2	Virtualization
3	Security
4	Cloud
5	Grid computing
6	Computing
7	Performance
8	Management
9	Systems
10	Privacy
11	Design
12	Service
13	Web service
14	Mapreduce
15	Scheduling
16	Gird
17	Architecture
18	Internet
19	Distributed computing
20	Networks

包括Performance、Management、Systems、Design、Architecture; 还有一类是与云计算需要实现的相关功能有关的关键词,例如Virtualization、Security、Privacy、Web service、Networks等。本文着重对第二类的关键词进行分析:

(1) 虚拟化(Virtualization): 虚拟化可以说是云计算的基础,因为只有通过虚拟化云计算才能实现按需分配计算的能力。虚拟化的概念是通过软件技术,将硬件资源虚拟为多个部分提供给多个用户或操作系统使用。虚拟化使得硬件资源的使用效率得到了提高,同时对用户操作进行了有效隔离,一定程度上确保了安全性;

(2) 安全性(Security、Privacy): 按照云计算的构想,用户的所有服务将由云服务中心提供,而无需用户本地处理,这种做法在提高效率 and 性能的同时也增加了用户数据的风险。如果处理不当,一台服务器的崩溃可能就意味着服务的中断和大量客户数据的丢失。虽然虚拟化的实现可以避免用户数据被无意侵

犯,但是这无法抵御病毒黑客等给数据安全带来的危害^[5];

(3) 网络服务(Web service): 云计算的几个层次IaaS(基础设施即服务)、PaaS(平台即服务)和SaaS(软件即服务)都强调了云计算将以服务的方式提供给用户,用户物理主机的功能将被网络服务取代;

(4) 网络(Networks): 云计算提供给用户更强大的功能服务,但是这些服务必须以网络为载体。云计算的普及可能导致网络传输的负载加大,未来用户所需接收的数据可能相当于现在的数倍,因此高效安全的网络环境是云计算实现的必要前提。

3.6.2 学科类别分析

表9列出了云计算相关文献所属的主要学科类别。由于学科交叉,文献数量之和大于1564篇。

统计结果表明,与云计算关联最近的五个学科分别是:计算机科学、工程、通信、光学、运筹与管理

学。由于云计算是计算机学科内一个分支学科,因此必定计算机类的文献数量占据了总数的大部分。工程类文献主要从云计算的架构实施角度进行研究。此外,云计算还在光学、物理学、材料学等学科文献中出现,这部分文献的研究方向主要是云计算的硬件设备的研究。

3.7 引证分析

文献计量学原理表明,若一篇文献每年被引用4次或4次以上,则可为“经典文献”^[6]。对1564篇文献按照被引频次进行降序排序,可以得到被引频次较高的文献。表10列出了被引频次排在前十的文献。排在第10位的文献被引次数为25次,年均被引次数超过4次,所以表中的文献都可以称为高被引文献。

被引次数最多的文献是Buyya Rajkumar^[7]等人所著的*Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility*,其被引频次为150次,远高于其他同类文献。在著者分析中已经发现,Buyya Rajkumar是云计算研究领域最高产的作者。这篇文献发表于2009年,还处在云计算研究的推广发展。文献介绍了云计算的资源分配理念,对云计算的机构方案进行了一些构想,同时文章中提出了云存储和云市场等较新理念,在云计算研究中具有权威性。

排名第二的文献*A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition*则对云计算的定义进行了较深层次的分析,论述了云计算与网格计算的异同。而第三位的文献*Cloud computing*则是云计算被

表9 学科类别及其文献所占比例

排行	学科类别	文献数量
1	COMPUTER SCIENCE	1154
2	ENGINEERING	520
3	TELECOMMUNICATIONS	195
4	OPTICS	38
5	OPERATIONS RESEARCH MANAGEMENT SCIENCE	32

表10 高被引文献及其被引频次

排行	文献名称	作者	被引次数
1	Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility	Buyya Rajkumar; Yeo Chee Shin; Venugopal Srikumar	150
2	A Break in the Clouds: Towards a Cloud Definition	Vaquero Luis M.; Rodero-Merino Luis; Caceres Juan	83
3	Cloud computing	Hayes Brian	72
4	A View of Cloud Computing	Armbrust Michael; Fox Armando; Griffith Rean	68
5	A survey of sequence alignment algorithms for next-generation sequencing	Li Heng; Homer Nils	44
6	E-waste: An assessment of global production and environmental impacts	Robinson Brett H.	38
7	Searching for SNPs with cloud computing	Langmead Ben; Schatz Michael C.; Lin Jimmy	33
8	Virtual Infrastructure Management in Private and Hybrid Clouds	Sotomayor Borja; Montero Ruben S.; Llorente Ignacio M	33
9	The case for cloud computing in genome informatics	Stein Lincoln D.	31
10	The Eucalyptus Open-source Cloud-computing System	Nurmi Daniel; Wolski Rich; Grzegorzczak Chris	25

提出的早期（2008年6月）在科技杂志上发表的一篇文章，向读者描绘了云计算将给他们的生活带来的改变，对云计算的未来进行了一个构想。

其余的几篇高被引文献分别从算法、私有云和混合云、开源云计算系统等角度对云计算进行了论述，私有云和混合云的概念也是目前在云计算应用中十分热门的理念。另外，高产作者中除了Buyya Rajkumar和Montero Ruben S的文献进入了高被引文献行列，其他国外作者也均有文献被引用20次以上，但国内的三位高产作者被引频次明显低于国外，在高被引文献中也仅出现了一个中国学者。

4 结语

4.1 云计算研究的现状

（1）云计算研究起源于2006年，而学术界对于云计算的研究从2007年开始。云计算的提出绝非偶然，它是分布式处理方式发展到一

定程度的产物。云计算在发展之初仅是作为当时网格计算的一种延伸，但是云计算较之网格计算具有更强大的服务功能和覆盖范围，因而逐渐受到了IT行业和学术界的重视，云计算的产生也被视为一次新的计算机革命。

（2）云计算研究的主体是各种科研团体，研究团体中最具权威性的是IEEE，其举办了多次云计算专题学术会议，许多专家学者也以IEEE成员的身份发表过论文文献。研究的云计算相关文献中，大部分文献是以会议论文的形式发表的，而且在发表数量上占较大比例的也有许多是会议期刊，平均每个云计算的相关会议将产生两篇云计算文献。

（3）目前，在云计算研究领域最先进的是美国，其在云计算科研研究和应用开发方面都做出了一定成果，在云计算文献发表数量上美国远远领先其他国家。美国的IT企业Google、IBM和科研团体IEEE、ACM等都在云计算研究中作出了重要贡献，一定程度上他们领导了

云计算的发展方向。另外，中国也在云计算的研究中扮演了重要的角色，中国的一些著名高校都加入了云计算的研究计划中。但是，从文献被引次数中就可以看出中国的云计算研究成果还缺乏权威性及被认同性。

（4）云计算发展时间不长，但是涉及的学科非常多，其与计算机、通信、工程、物理学等学科都有所关联，在云计算的研究领域汇聚了许多其他学科的专家学者。这些学科知识构成了云计算研究的知识框架，他们的发展程度直接影响了云计算的发展和实现。

4.2 云计算的未来发展

云计算的安全性问题是未来研究的重点之一。高被引文献中有一篇文献就私有云、混合云等概念进行了论述，其他一些专家学者也曾经就此进行研究，这也被认为是目前解决云计算安全性问题的重要突破点。公有云就是传统意义上的云计算，但是其在安全性上有明显的

缺陷。私有云将一部分的云资源分配给唯一的用户使用,其更具安全性,但同时费用也相对较高,私有云的产生本就违背了云计算提高计算效率的初衷。不管是公有云还是私有云都只实现了云计算的部分目标,未来的发展重点应该是公有云与私有云集合的混合云。

云计算文献的学科分布研究和关键词研究已经发现云计算是一门

关联学科较多的学科,受到了许多基础科学的影响和制约,这主要表现在云计算的工程实施以及基础硬件设备的开发等方面。云计算中心的建立需要集成大量的服务器,这种方式加大了管理的难度,同时云计算对于高效的网络传输和稳定的系统架构也有一定的要求。学术界对于这些方面都已经投入了较多的关注,随着计算机硬件成本的逐渐

降低,高性能的超级计算机应用于云计算成为可能,云计算的困境将得到一定程度的缓解。

目前已经有更多的专家学者投入到了云计算的研究中,随着云计算研究的深入,云计算的性能将更稳定,云服务的种类也会更多。可以预见,未来云计算将深入到每个用户每台计算机,计算机应用将完全进入一个“云时代”。

参考文献

- [1] 刘鹏.云计算[M].北京:电子工业出版社,2010.
- [2] 季诺.云计算下的商业雨:全世界只需要5台电脑[EB/OL]. (2010-04-05) [2012-03-29]. <http://www.cloudcomputing-china.cn/Article/jh/200805/45.html>.
- [3] 熊豫麟.文献计量分析软件使用对比[J].科技信息,2008(35):860.
- [4] 李桂贞.国内知识组织研究文献计量分析[J].科技情报开发与经济,2006,16(8): 31-32.
- [5] 韩金华.云计算综述[J].企业技术开发,2010,29(15):14-15.
- [6] 晏尔伽,华薇娜.基于Web of Science 数据库中影响因子研究文献的计量分析[J].图书情报,2008(1):70-74.
- [7] BUYIAR, YEO C S, VENUGOPAL S. Cloud computing and emerging IT platforms: Vision, hype, and reality for delivering computing as the 5th utility [J]. Future Generation Computer Systems, 2009(25): 599-616.
- [8] 罗式胜.文献计量学引论[M].北京:书目文献出版社,1987.
- [9] 邱均平.文献计量学[M].北京:科学技术文献出版社,1988.

作者简介

蔡京,男,南通大学管理学院08级学生。

袁红(1973-),女,南通大学管理学院信息管理与信息系统系副教授,研究方向为信息资源管理与信息经济,本文通讯作者。E-mail: yh@ntu.edu.cn

胡新平,男,南通大学图书馆研究馆员。

Bibliometric Analysis on Cloud Computing Research on the Basis of Web of Science

Yuan Hong, Cai Jing / School of Management, Nantong University, Nantong, 226019

Hu Xinping / Library of Nantong University, Nantong, 226019

Abstract: This paper analyzed the released time, type, region, author, topic and citation of the documents about Cloud Computing involved in Web of Science with the bibliometric tools of Web of Science and Endnote. The study aimed to reveal the general view about Cloud Computing research, and the future development of Cloud Computing research is also predicted in this paper.

Keywords: Cloud computing, Bibliometric analysis, Research status

(收稿日期: 2012-06-16)