

序

图灵奖获得者 Jim Gray 曾在 1998 年的获奖演说¹中，对未来数据量急剧增长的规律做过这样的预言：未来每 18 个月产生的数据量等于有史以来的数据量之和！

最近，我们又看到美国《未来学家》²杂志根据世界未来学会年度预测，对未来世界发展前景进行了展望，其中认为未来的数据将以**佑字节**（Yottabyte，即十亿 GB）为单位进行存储。因为不断发展的数字存储能力，到 2050 年时，数据将会以佑字节来表示，我们不需要为了挪出更大的空间存储数据而抛弃已有的数据，这开创了无数的可能性，例如在一台计算机上存储一个人一生中每一秒的数据信息。

这种发展趋势将引伸出网络环境下数据管理新的科学问题：即以**佑字节为单位的数据库管理**！这不同于通常所说的海量数据管理，它将面临完全不同的应用需求和完全不同的存储。

回顾历史不难看出，数据库技术的发展得益于两方面的驱动力：一是硬件存储设备的发展，它为数据库提供可用的载体；一是来自实际的应用需求，它为数据管理提供新的问题。1956 年，世界上第一块硬盘产生，到 60 年代初进入普及阶段。1961 年，第一个基于磁盘存储的数据库系统就出现了。可以想象，如果没有硬盘的出现，计算机依然大量使用磁带，那么高效的联机数据库系统也是不可能的；同时，随着计算机和网络技术在企业中的普及，导致了大量的企业数据管理的需求，正是这些企业业务中产生的结构性较强的数据的存在以及管理的需要，促进了以关系数据库为代表的数据库系统的产生和发展，这也是为什么它能在数据管理市场上一直占据着主导地位的原因。

但是，随着互联网的普及以及计算机设备的发展，传统数据库产业赖以生存的两个条件正在悄然发生着改变。

首先，世界上仍然有超过 80% 的数据不能被现有的数据库系统所管理。这些数据包括很多半结构化和无结构的数据，而其中有很大一部分是由个人使用互联网、计算设备或电子设备而产生的。比如当今发展势头正旺的 Web2.0 就产生了大量的个人数据。目前对于这些结构多样，高异质性的数据仍然缺少有效的管理方法。在这样的环境下，数据空间（Dataspace）的概念应运而生。数据空间是传统数据集成的发展与延伸，目的是以一种全新的 Pay-As-You-Go 的方式实现对异质数据的高效管理。这不仅是一个新的概念，更吹响了数据管理发展变革的号角。

其次，在硬件方面，虽然主存与磁盘的容量和速度近年来都得到了巨大的发展，但是二者在读写速度以及带宽上的差距不仅没有缩小，甚至在不断扩大，成为了制约包括数据库在内的很多应用的瓶颈。而闪存（Flash）的出现为这一问题的解决带来了曙光。可以预计，在未来数年之内，随着闪存的发展和普及，世界上有可能会有大量的数据转而依赖闪存存储。目前，百度已全面使用闪存来替换磁盘，以提高检索性能，据称效率提高了 50%。而以往提高同样性能需要几千台服务器的追加。闪存的广泛使用必然会引发数据库产业的大变革。技术上简单的更新和扩展可能无法适应闪存所带来的底层结构

¹ “What Next? A Dozen Information-Technology Research Goals,” J. Gray, ACM Turing Award Lecture, June 1999, MS-TR-99-50

² “Thinking Globally, Acting” THE FUTURIST November-December 2007

的改变，数据库系统框架和各项技术可能将迎来颠覆性的变革，市场将呼唤基于闪存的数据库系统。

当一个产业的根本需求和底层架构发生如此重大变化的时候，与挑战同时到来的是巨大的机遇，能否抓住这次机遇，在这片崭新的天地写下属于我们自己的一笔，这正是我们实验室近期研究的巨大动力。

在国家自然科学基金重点项目和 863 计划探索项目的支持下，近期我们开展了闪存数据库技术和个人数据空间管理的研究工作。

闪存数据库技术的研究主要针对**闪存硬件特性、灵活的应用模式和传统数据库技术的不足**，研究全新的闪存数据库管理技术，解决闪存数据库的存储管理、缓冲区管理、查询处理、事务处理等关键问题，建立闪存数据库的基本理论和方法体系，为闪存数据库的进一步研究与应用奠定基础，为数据库理论和技术的进一步发展提供新思路。

个人数据空间技术的研究主要针对**个人桌面和网络环境的个人数据管理的需要**，研究海量数据空间的理论方法和实现技术，在海量数据空间模型、数据空间的组织与分类、数据空间演化、数据空间查询优化等核心技术方取得突破。在此研究基础上开发具有自主知识产权的数据空间管理原型系统。基于此我们提出了解决“找得到”问题的任务空间模型，和解决“找得快”问题的核心数据空间方法，初步开发了原型系统 OrientSpace。

一年即将过去，在继过去两年有关实验室科研情况的年度报告的基础上，再次整理了 2008 年的年度报告，内容涉及技术展望，系统研发，论文精选和学术交流等。

2008 年我们实验室新开发了“**中文文献集成系统 C-DBLP**”，值得推荐一下。该系统基于实验室自 2000 年开始研究 Web 数据集成的相关技术，高质量地集成了我国计算机科学领域数本权威期刊及学术会议（数据库年会）自 1960 年以来的 5 万余篇文献，涉及 5 万余名作者。该系统以作者为中心展示发表过的中文文献，以及合作作者信息，并能展示文献的具体信息如摘要、出处、作者单位、基金资助等内容。在本年报的系统开发篇有关于此系统的详细介绍。该系统未来将开放给大家作为试验平台，基于该平台可以开展相应的研究工作，希望 C-DBLP (<http://www.cdblp.cn>) 能够给大家的研究带来便利。

这些工作的主体来自实验室的研究生，研究生的培养问题一直是实验室探究的根本问题。中科院理论物理研究所所长欧阳钟灿院士提到“在研究生培养中，我们不仅要注重国际经验，也要注意中国国情”，这不无道理。过去几年我们建立了“**Lab meeting + Group meeting**”的定期讨论会制度模式，老师和学生以及学生和学生之间定期讨论，不断激发学生的创新意识和务实的态度。本报告的很多内容即来自周六讨论会（Lab meeting）的结果。

在此谨以此集感谢来自学校方方面面的支持，感谢国家自然科学基金委和 863 计划的资助，感谢所有关心和支持过我们的人们。

孟小峰

2008 年 12 月 25 日于北京