

基于 MATLAB 的 HDB3 码编译器的 优化设计与实现

杨戈 杨乐

(北京师范大学珠海分校信息技术学院, 519087, 广东, 珠海)

摘要 HDB3 码 (high density bipolar of order 3) 是基带传输的一种重要编码方式, 为 CCITT (International Consultative Committee on Telecommunications and Telegraph) 协会推荐的基带传输码型之一。对 HDB3 码的编译方法进行研究, 用相邻 V 码间极性相反的原理, 判断 B 码的位置和极性, 完成 HDB3 码编译器的软件实现, 实现 NRZ(not return to zero)码和 HDB3 码的相互转换。最后用 MATLAB 语言进行仿真实验, 验证了该编译器的正确性和有效性。

关键词 HDB3 码; 编译器; MATLAB

0 引言

数字传输系统以其抗干扰能力强、便于存储、处理和交换等特点, 已经成为现代通信网中最主要的传输技术。数字基带信号的传输是数字传输系统的重要组成部分。编码处理后的基带数字信号直接在电缆信道中传输称为基带传输。数字信号基带传输的基本理论不仅仅适用于基带传输, 也是频带传输的基础^[1]。

在数字电路里, 信号线中传送的是一连串的脉冲信号或电平信号。一般用高电平和低电平表示信息“1”和“0”。常见的传输码型有 NRZ 码 (not return to zero 单极性不归零码)、RZ 码 (return to zero 单极性归零码)、AMI 码 (alternate mark inversion 传号交替反转码)、HDB3 码、CMI 码 (coded mark inversion 传号反转码)。其中 NRZ 码是最原始的码型输出, 其功率谱中含有低频分量及直流分量, 产生码间干扰大, 当出现长连“1”或“0”时会造成时钟提取困难, 因传输码型无规律, 无检测误码能力, 故它不适合在电缆信道中传输。RZ 码比 NRZ 码码间干扰小, 但仍不适合在电缆信道中传输。CMI 码一般作为 4 次群的接口码型。AMI 码也是 CCITT 协会 (International Consultative Committee on Telecommunications and Telegraph 国际电报电

话咨询委员会) 建议采用的传输码型, 但其缺点是当长连“0”过多时对定时钟信息提取不利。为了克服这一缺点, 引出了 HDB3 码。综合考虑, 在以上常见传输码型中, 符合要求最适合基带传输的码型之一是 HDB3 码, 所以本文研究 HDB3 码。

HDB3 码全称是三阶高密度双极性码, 它保留了 AMI 码所有优点, 还克服了 AMI 码长连“0”的缺点, 将连“0”码限制在 3 个以内。作为基带传输的主要码型, HDB3 码是 A 律 PCM (pulse-code modulation, 脉冲编码调制) 4 次群以下的接口码型, 同时是被 CCITT 协会推荐使用的基带传输码型之一。HDB3 码无直流成分, 低频成分也少, 有利于采用变量器进行远供电源的隔离。高频成分少, 可减少电磁感应引起的串话。含有定时钟信息, 以便再生中继器或接收端能提取必要的定时钟信息。还有一定的检测误码能力, 不受信源统计特性的影响。

HDB3 码可以用硬件实现, 但是实现电路比较复杂, 耗费资源较多。现今追求成本的节约控制, 在功能不变的情况下, 考虑到软件可以弥补或代替硬件的作用, 本文选择软件实现 HDB3 码编译器。伴随 MATLAB 商业数学软件的发展, 高效的数值计算及完备的图形处理功能, 可以方便地服务于数字通信系统。本文以 MATLAB 为平

台设计和实现了 HDB3 码编译器。

大多数 HDB3 码编译器利用 AMI 码与 HDB3 码的相似性对 AMI 码编译器进行修改实现 HDB3 码编译器,但是这种方式对信号时序有要求;或者提出不同标志表示“0”,“1”,V 码和 B 码的位置和极性,这种编译方法需要的编码符号多,占用额外资源;或者根据第 2 节编码原理中以相邻 V 码间非 0 符号数目的奇偶性选择取代节,这种编译器编码复杂,消耗资源多,延时长^[2-3]。

为此,本文设计和实现了一个实现简便快速的编译器。根据相邻 V 码间极性的异同选择取代节,减少了计算步骤。用“1”代表非 0 码,不需额外符号,同时完成极性判断,译码器也实现了一定检错能力,具体细节请见第 3 节和第 4 节。

1 HDB3 码编码原理

HDB3 的编码规则如下:

1) 进码序列中的连续“0”码个数小于 4 则“0”码原样输出,而“1”码则正负极性交替输出;若出现 4 个连“0”码,用取代节 000V 或 B00V 代替。取代节中 V 码、B 码均代表“1”码,它们可正可负。

2) 取代节的安排顺序是:先用 000V,当它不能用时,再用 B00V。

000V 取代节的安排要满足:

- ① 各取代节之间的 V 码要极性交替出现;
- ② V 码要与前一个传号码的极性相同。

当两个取代节之间原始传号码的个数为奇数时,后边取代节用 000V;当两个取代节之间原始传号码的个数为偶数时,后边取代节用 B00V。

3) HDB3 码序列中的传号码(包括“1”码,V 码和 B 码)除 V 码外要满足极性交替出现的原则^[1]。

下面举例 NRZ 码编码成 HDB3 码过程。

例 NRZ 码:1 0 0 0 0 1 0 1 0 0 0 0 0 1 1 1 0
0 0 0 0 0 0 0 0 1

HDB3 码:+1 0 0 0+V-1 0+1-B 0 0-V
0+1-1+1 0 0 0+V-B 0 0-V 0+1

2 编码器

2.1 V 码的位置及极性判定 当出现长连“0”码时需要插入 V 码。V 码要与前一个传号码同极性,但是这样破坏了传号码极性交替出现的原则,

所以称 V 码为破坏点。对输入的信息流检测时,遇到 4 连“0”时第 4 个“0”置 V,即用“1”代替原来的“0”,“1”极性同前传号码。若第 1 个 V 码前有传号码,则 V 码极性同该传号码,若第 1 个 V 码前没有传号码,则 V 码极性同记录前一个传号码的标志信号的初始值,为“-1”。

2.2 B 码的位置及极性判定 为了使置 V 后的脉冲序列不破坏“极性交替反转”,不含直流成分,还必须使相邻 V 码也极性交替。代码编写时,记录前一个 V 码的极性,若当前 V 码与前一个 V 码极性相同,则当前 V 码前第 3 个“0”码要用 B 码代替,即用“1”代替原“0”,极性与前一传号码相反。之后,V 码需要反转极性,反转后 V 码的极性与新置 B 码极性相同。

2.3 程序设计 根据上述篇幅对 HDB3 码编码器的功能分析,编码流程图如图 1 所示。

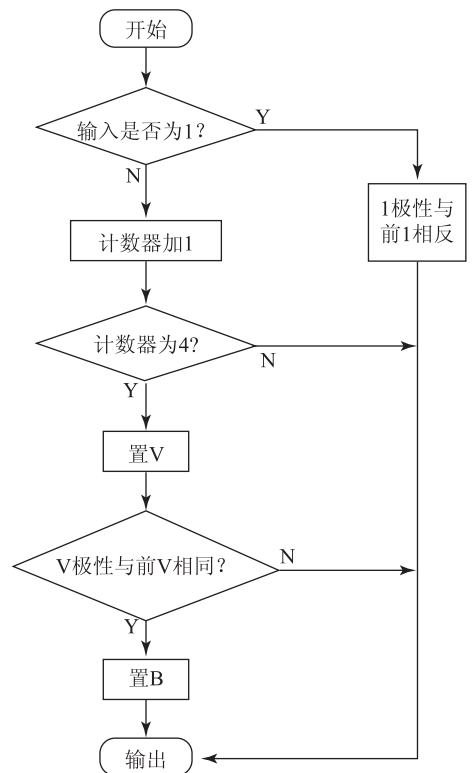


图 1 HDB3 码编码流程

3 译码器

HDB3 码译码主要分两步进行:首先检出极性破坏点 V 码,即找出破坏节“000V”和“B00V”,用“0000”代替,然后使剩下的“1”码极性同为正,既还原成单极性不归零码。

当遇到两个同极性的非 0 码时第 2 个非 0 码就是 V 码,但是考虑到两个同极性的非 0 码中第 2 个非 0 码客观上并不代表取代节“000V”和“B00V”,有可能遇到有误差信号输入,如“101”,所以代码编写时,分别对两种取代节做具体判断。

针对译码,当原码型前 4 位都是“0”码时是特殊情况。根据本文的编码器,当首个 V 码前无“1”码时,V 码极性为负。故在译码时,当需译的 HDB3 码以“000-1”开头,译成“0000”。

3.1 译码检错 如果“0”码个数超过 3 个,或同极性码元连续超过 2 个,这样的 HDB3 码可以判

定是错误的^[3]。

设置计数器记录“0”码个数,连续超过 3 个时,判断出错,退出译码,并且输出序列清 0。同时记录连续的同极性码元个数,超过 2 个时,同样输出全“0”。当原码型为全“0”码时(虽然不常见但有可能发生),HDB3 码译码输出全“0”,这样就与本文设定的检错时输出全“0”码冲突,这个问题在第 5 节仿真实验中会解决。

3.2 程序设计 根据上述篇幅对译码器的分析,译码流程图如图 2 所示。

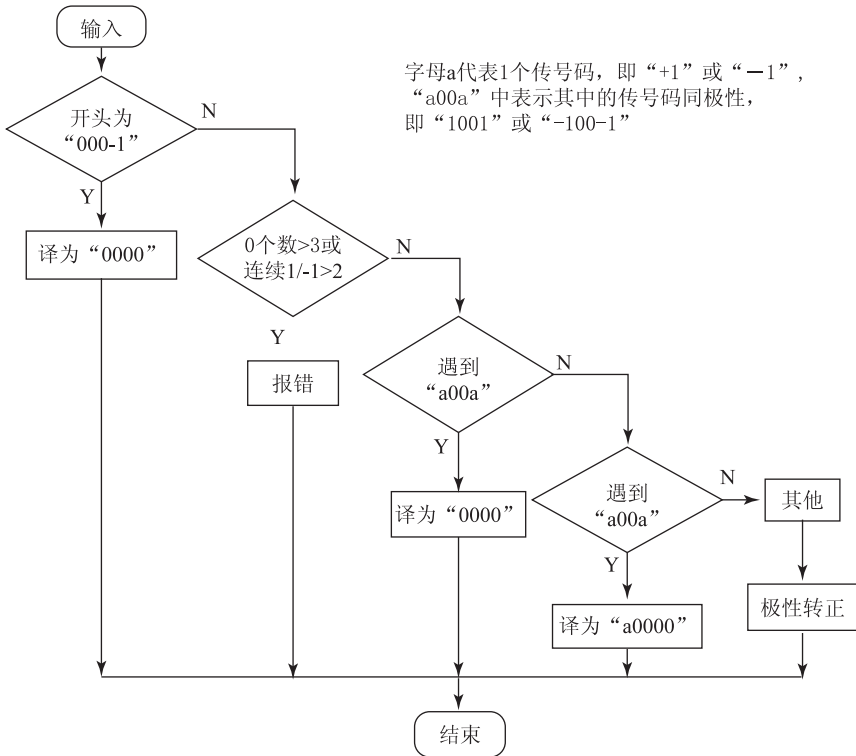


图 2 HDB3 译码流程

4 仿真实验

本次仿真实验使用的 PC 运行在 64 位 win7 操作系统下,处理器 Inter CPU i5-2450M,安装内存 4.00G,硬盘 465.76GB,使用 MATLAB 7.11 为工作平台,将代码存于 m 文件中,不考虑噪声影响,检测数据取第 2 节中的例子,仿真波形图如图 3。

图 3 仿真波形是两路信号码型,脉冲序列的基本信号单元都是矩形脉冲。依照 HDB3 码编码原则以及第 2 节中原码型的 HDB3 码,检查可知仿真结果正确。

将图 3 中输出的 HDB3 码输入译码器,译码后输出波形图如图 4 所示,与输入前的原码信号波形完全一样,说明译码成功。

下面以原码型是全“0”码为例验错本文的编译器,图 5 是截取 MATLAB 运行平台的例子,其对应的仿真波形如图 6 所示。

由图 6 和 7 可以看出,全“0”码转换成的 HDB3 码无长连“0”,V 码间极性交替反转,B、V 码同极性,脉冲序列波形起伏规律,证明了本文提出的 HDB3 码编译器的正确性和有效性。本文译码检错设定为遇错时输出全“0”,这与当原码型为全“0”码时译码也输出全“0”相同,需要加以区

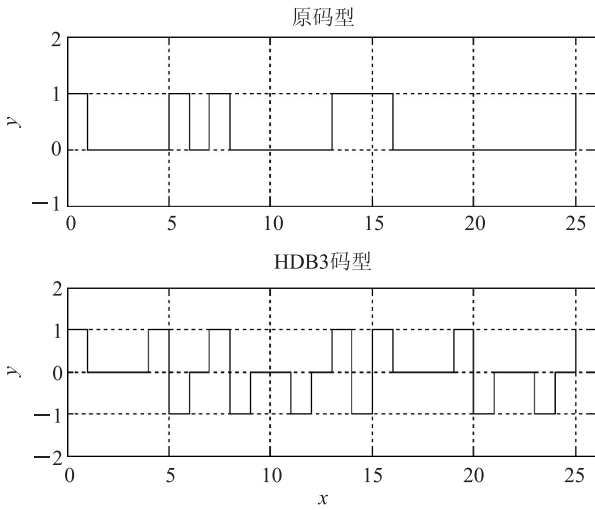


图 3 HDB3 码编码仿真结果

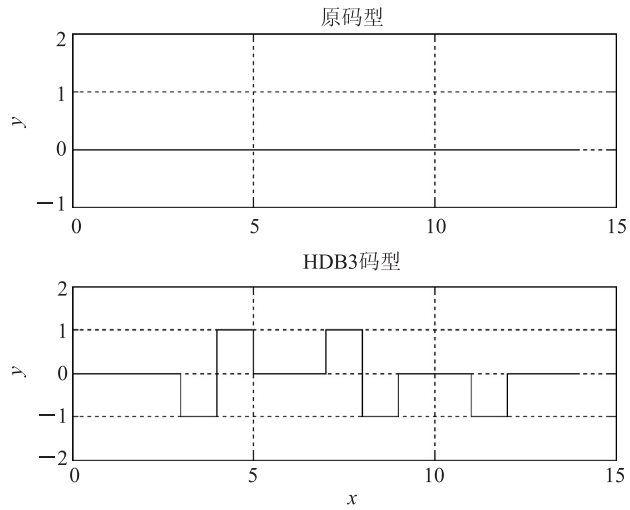


图 6 全“0”码的 HDB3 编码仿真波形

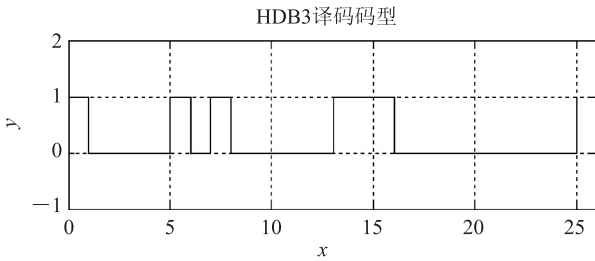


图 4 HDB3 码译码仿真结果

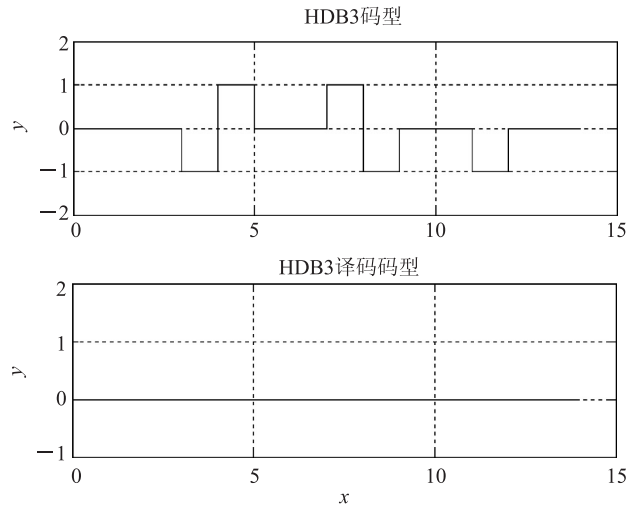


图 7 原码型为全“0”码的 HDB3 码的译码仿真波形

```
>> s=[0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0,0];
>> p=hdb3(s)
p=
 0 0 0 -1 1 0 0 1 -1 0 0 -1 0 0 0
>> q=dehdb3(p)
q=
 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0
>>
```

图 5 全“0”码的 HDB3 码编译码

分。由以上分析可知全“0”码的 HDB3 码是有规律的,除此外的 HDB3 码译出全“0”码是报错情况。

仿真实验验证了本文提出的 HDB3 码编译器可以准确地进行 NRZ 码与 HDB3 码的相互转换。但是本文的译码器侧重于如何正确恢复 HDB3 码信号,具有一定检错能力,但检错能力不

是设计的主旨,所以检错能力有限。

硬件实现成本高,为了适宜寄存器中信号的辨认,设计电路较复杂,参见文献[4],软件实现则较为简便灵活。

不同的软件会有差异,编码时有多种语言可供选择,图 8 是用 C 语言实现 HDB3 码编码器,参见文献[5],图 8 中 p 代表 +1,n 代表 -1。

由图 8 可知,C 语言同样实现了 HDB3 码编码,编码结果不是 HDB3 码信号,含有其他符号,

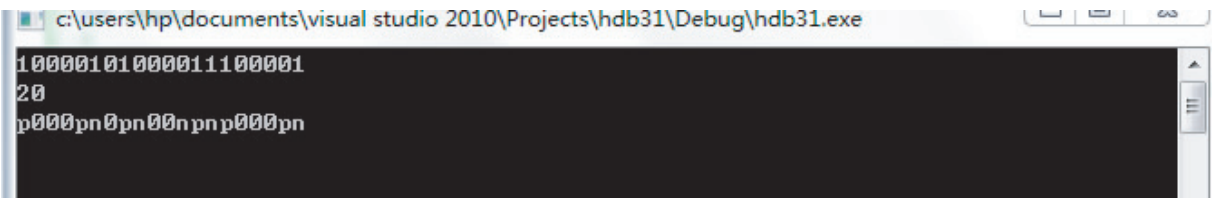


图 8 c 语言实现 HDB3 码

用于信号输出还需要进行必要的转换,而且不如仿真图分析方便, MATLAB 用于信号处理的仿真,方便设计人员进行设计和实验, MATLAB 更适于矩阵计算,对于 HDB3 编码器,本文实现的 MATLAB 编码器更高效方便。

5 结论

本文根据 HDB3 码编码原则中相邻 V 码间极性相反的原理,研究和实现了何时置 B 的方法,本文的编译设计思路简单灵活、消耗资源少,可用于软件和硬件的实现。经过 MATLAB 仿真实验验证,本文设计和实现了 HDB3 码编译器,可以应用于实际当中。但是本文译码器只有一定的检错能力,若遇到同极性码连续的情况,如“11”,则检测不出。可让译码器增加检测力度,若

遇到同极性码相邻,如“11”,或同极性码间隔 1 个“0”码,如“101”,这样的情况都不符合 HDB3 码极性交替,应判断错误,这样的译码器将更完善。

6 参考文献

- [1] 李文海,毛京丽,石方文. 数字通信原理[M]. 2 版. 北京:人民邮电出版社,2010:186-217
- [2] 张巧文. HDB3 编译码器的优化设计与实现[J]. 西南交通大学学报,2008(2):25
- [3] 卢晶琦. HDB3 编译码电路的 FPGA 设计[J]. 现代电子技术,2008(16):1
- [4] 徐进. 一种基于 VHDL 的 HDB3 码的编码器的设计技术[J]. 电子工程师,2008(8):28
- [5] 熊能. HDB3 码和 AMI 码及它们的编码实现[J]. 科技咨询,2009(24):15

OPTIMIZED DESIGN AND IMPLEMENTATION OF A HDB3 CODE COMPILER BASED ON MATLAB

YANG Ge YANG Le

(College of Information Technology, Beijing Normal University, Zhuhai, 519087, Zhuhai, Guangdong, China)

Abstract HDB3 code is a kind of important coding method of baseband transmission, CCITT (International Consultative Committee on Telecommunications and Telegraph), one of the baseband transmission code association recommended. This paper makes a research on the compiling method of HDB3 code, using the principle of opposite polarity V code, determine the location and the polarity of the B code, the HDB3 code compiler software implementation, the implementation of the conversion between NRZ code (not return to zero) and HDB3 code. Finally, using MATLAB language simulation, validate the correctness of the compiler.

Key words high density bipolar of order 3 code; compiler; MATLAB

基于高效能云服务平台的遥感数据分析与处理研究

杨博雄^{1,2)} 倪玉华^{1)†} 刘琨¹⁾ 陈红顺¹⁾ 贺辉¹⁾

(1)北京师范大学珠海分校信息技术学院,519087,珠海;

2)武汉大学测绘遥感信息工程国家重点实验室,430079,武汉)

摘要 目前遥感数据的主流应用水平还停留在人工解译判读及数据浏览为主的初级阶段,遥感信息获取的自动化程度很低,高级空间信息的提取和利用的广度和深度还很不足。本文从原始遥感影像以及数据产品的云数据中心存储与维护服务、原始影像到初级产品的在线高性能处理、遥感影像数据中心的快速检索与在线空间信息服务等几个方面出发,研究新型高分辨率遥感影像在不同应用领域的高效能处理。对于基础测绘或涉及国家安全和保密的应用则提供全面的云计算解决方案和软硬件建设服务,对于开放的应用市场提供集中式的云遥感影像数据中心,包括影像数据存储、在线影像数据处理与空间信息服务。

关键词 高分辨率遥感影像;高效能处理;云计算;空间信息服务平台

0 前言

随着高分辨率遥感卫星图像数据的日益丰富和普及,在经济建设、防灾减灾、资源调查、基础测绘等各领域都开始广泛应用高分辨率遥感数据。然而目前遥感数据的主流应用水平还停留在人工解译判读及数据浏览为主的初级阶段,遥感信息获取的自动化程度很低,高级空间信息的提取和利用的广度和深度还很不足。此外,由于遥感数据量巨大,各种处理与信息提取方法计算复杂,这对许多需要快速进行影像处理的应用来说提出了巨大的挑战。一方面由于遥感数据的购买和共享价格昂贵,在全国范围内存在着数据重复购置和数据的利用效率很低的现象;另外一方面购置专业的遥感数据处理软件对于面向应用的企事业单位过于昂贵,而为了处理遥感影像数据而专门购置高性能计算机或集群性价比也较低。因此遥感影像的广大应用迫切需要高效能的海量遥感影像处理、分析与应用的解决方案和在线服务^[1]。

1 云遥感数据中心及其体系架构

1.1 平台技术支撑 要成为高效能遥感数据处理、分析的核心平台,至少需要实现虚拟计算资源100个节点以上,物理网络连接千兆以上,并具备

较强的容错能力,实现无故障运行时间占比99.9%以上,并具备简便的扩展能力,可扩充到10 000个虚拟计算节点。存储数据总量可达30 TB~50 TB以上,实现分块副本3个,并可扩展到PB级,数据中心能效比达到1.8以下。支持快速虚拟集群构建与资源伸缩扩展,大部分遥感信息在线服务的资源伸缩请求可在5 min内实现。实现数据快照、数据复制、数据远程同步和数据保护的高级数据存储功能。云遥感数据中心不仅可以为广大企事业单位提供海量遥感数据的在线存储和计算服务,还可以为涉及国家安全、保密的政府部门提供数据中心的建设方案,根据其需求建设低成本、高效能的不同规模的遥感或地理时空数据中心^[2]。支持各种数据格式,如GeoTIFF、HDF、AUX、HDR等的存储。

1.2 高效能遥感数据处理与分析服务 根据当前遥感数据处理和分析的普遍性需求和用户的特定高级需求,在云计算平台上研发各种遥感数据的初级产品生产、空间信息获取和快速检索服务。主要功能包括:基本的高分辨率遥感影像数据读写、显示、元数据管理,基本影像数据处理(影像几何纠正与精校正、辐射与大气校正、镶嵌、地理编码、图像滤波、增强、影像配准与匹配)、DEM生产、正射影像生产、影像分类与变化检测、影像融

† 通信作者

收稿日期:2013-03-28

合、特征提取与矢量化等常见遥感影像分析功能,在此基础上提供高级遥感信息服务,如在线智能影像地物语义检索、复杂遥感信息服务链、复杂城市三维重建、影像语义特征库建库等服务。结合云存储技术及并行云计算技术,提供高效能的遥感数据处理与分析服务,对于大部分遥感数据处理及信息提取计算可实现平均不小于 0.3 的加速比^[3]。

1.3 在线空间信息服务系统结构 在上述核心技术支撑下,根据客户需求以及具体应用要求的差异,研发基于遥感信息和其他地理信息的各种在线空间信息服务和决策支持服务,如基础测绘服务(西部测图、海岛礁测绘)、大规模资源调查(土地、矿产、水利、人口)职称服务、面向灾害的灾情信息检索与统计服务、实时交通信息与导航服务、大规模物流优化服务、航天深空探测服务、勘界服务和公众地理信息服务等。

图 1 显示了本项目的平台结构图,整个高效能遥感数据处理与分析的云服务平台主要分为数据中心和公共平台组件以及服务用户的云客户端 3 个部分。底层硬件基础设施主要是云遥感数据中心,包括遥感信息计算云和遥感数据存储云 2 个部分(即 IaaS 层次),这分别近似于 Amazon Web Services 中的弹性计算云(Elastic Compute Cloud)和简单存储服务(Simple Storage Service)。遥感信息计算云提供在线存储而遥感数据存储云主要提供离线存储功能。在线计算得到的动态数据可存储在遥感数据存储云中,而当

用户使用在线服务时,也可从存储云重提取数据。此外,用户可以将遥感信息服务链即工作流定义为镜像,方便发布和共享,还可存储在云中,并作为实例在服务使用和进行计算期间启动。

在数据中心基础设施支持下,在 PaaS 层次上,项目主要拟研发云遥感数据库,借鉴 Amazon SimpleDB 的设计思路与运维经验,提出海量遥感与时空地理数据的云存储方案。虚拟集群包括 MPI 和 MapReduce 遥感计算虚拟集群的创建和管理技术,并在此技术上研发快速资源伸缩技术。为了简化云遥感计算算法的开发与维护,本项目还拟扩展现有的并行遥感计算中间件技术,使之支持各种云遥感计算的算法开发。由于遥感数据涉及国家安全和各单位的信息安全,严格的安全策略也是必要的。最后还拟封装常见遥感信息服务,制定云遥感服务 API 接口,方便用户二次开发。在用户层面,需要界面友好的云客户端来支持远程云计算资源配置、遥感信息服务链创建与管理、用户信息管理与访问控制、数据与服务管理、地图可视化等。其中方框为实线为已经研发完成或具备核心技术的部件,而方框为虚线的部件则还在研发中。

2 关键技术与基础算法

2.1 云遥感信息服务客户端 轻量型云遥感信息服务客户端包括用户管理、数据与服务管理、服务链组建、远程配置工具以及地图可视化界面等。还涉及各种地理信息服务的互操作。图 2 显示了 OpeNDAP 交互可视化客户端,可实现从远程服务器流畅地提取数据并进行动态可视化。项目组成员曾作为技术负责人建立了公共开放的 WMS 服务集成访问门户 UniPortal(<http://ieie.cos.gmu.edu/WMSUniPortal/cap.jsp>),可搜索、查询和可视化各种卫星遥感数据的 WMS 服务。这些候选的服务是由爬行器在后台从 NASA 的数据服务目录中获取。类似的网络遥感信息门户还有 NASA Water Cluster Portal, Water and Energy Cycle EOS Clearing HOuse(WECHO),共享 NASA Geospatial One Stop 卫星数据数据的水和能源循环地理信息数据。还与微软合作参与设计实现了 Bing Earth Observation(BingEO)地球空间数据服务在线搜索系统(<http://ieie.cos.gmu.edu/BingEO/>)(图 3)可主动发现和检

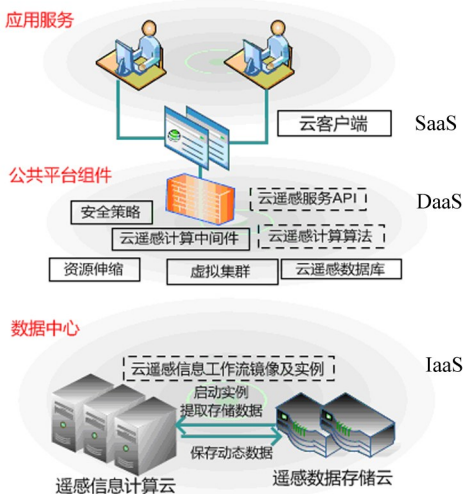


图 1 平台结构图

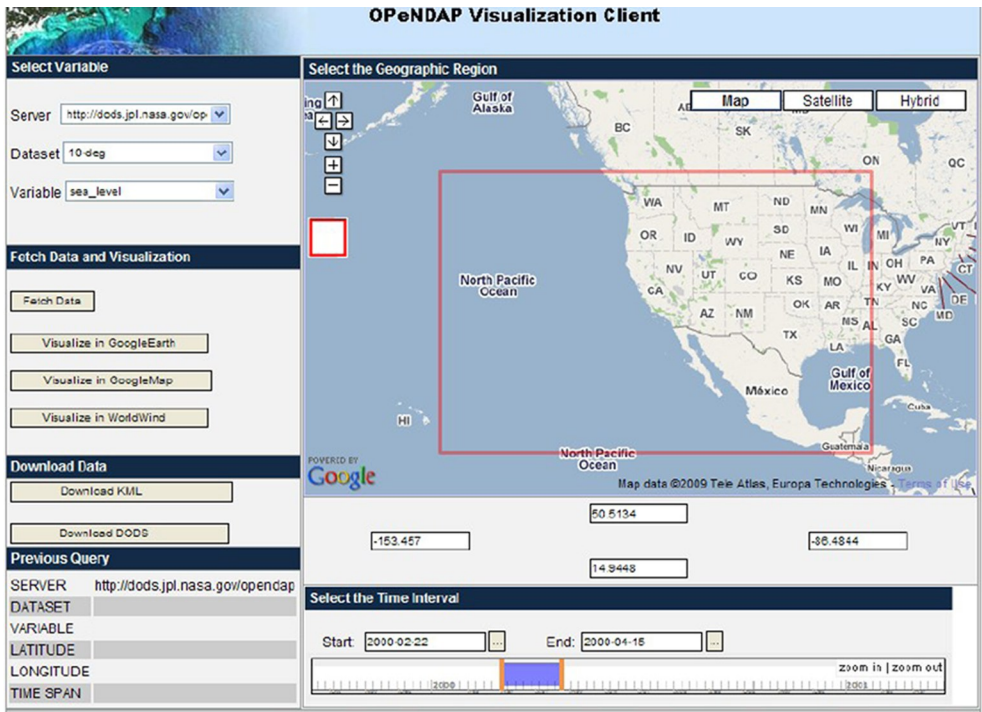


图2 OPeNDAP 可视化客户端

测地理信息服务,而不依赖传统的被动注册。服务搜索按照服务质量排序,使得用户能快速查找最适合的数据。这些核心技术可集成在云客户端,支持界面友好的用户门户,方便用户发现、搜索遥感数据和信息服务^[4-5]。

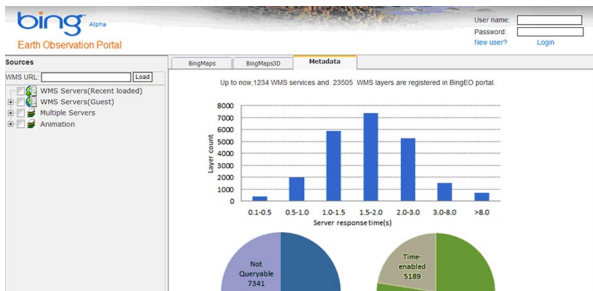


图3 Bing 地球观测门户

2.2 云计算基础设施及数据中心存储 包括云遥感数据中心建立与运维、计算、存储与网络资源虚拟化:购置了浪潮 NF5225 机架式服务器,并成功建立 20 个虚拟节点的虚拟集群和数据中心,实现了 VPN 远程虚拟机管理。在数据中心中存储了大约 20 TB 的高分辨率遥感影像数据^[6]。虚拟化是基于 XEN Hypervisor 和 KVM 配置。对于计算资源,由于遥感数据处理分析计算量较大,制定了较 Amazon EC2 基本计算单元(CU)计算能力略高的计算单元,即相当 1.5~1.7 GHz 的

单核 Xeon CPU,虚拟内存在 4 GB 左右。项目组目前收集了覆盖全国和日本、空间分辨率 15 m、部分城市地区 0.6~1.0 m 的遥感影像数据,并实现虚拟化存储。

2.3 遥感数据处理与空间信息获取的基础算法

2.3.1 遥感影像变化检测 主要包括混合高斯密度模型等常见的变化检测算法,以及基于模糊多分类器融合的遥感影像变化检测方法、嵌入高斯混合模型的朴素贝叶斯网络的高分辨率遥感影像分类器(GMM-NBC)等^[7]。分类器 GMM-NBC 测试样本长江、湖泊、居民地、草地、林地、裸地、Total、KAPPA 的分类精度分别为 98.35%、97.59%、88.72%、82.90%、87.26%、88.0%、90.47%、0.887%。

以图 4 和表 1 为例,表示了遥感影像朴素贝叶斯网络模型对 TM 假彩色合成影像的分类结果,从分类结果可以看出,无论从总体分类精度还是单个地类的分类精度来看,该方法都远高于最大似然法等常规分类器。

2.3.2 阴影检测 从阴影的光谱信息和几何信息两方面进行约束,达到去除检测结果中阴影干扰的目的,提高影像变化检测的精度。该技术特别适用于城市建筑物阴影的检测与提取。以深圳市区 IKONOS 多光谱影像的实验结果,可以统计