

基于内存映射的 ENVI 标准格式影像 指定块数据快速读取

郭春波¹, 王茂芝², 汪大明³, 郭科²

(1. 成都理工大学管理科学学院, 成都 610059; 2. 数学地质四川省重点实验室, 成都 610059;

3. 中国地质调查局, 北京 100037)

摘要:针对遥感影像海量数据存储问题,提出了一种基于内存映射的指定块数据快速读取方法,并通过 OpenGL 对 ENVI 标准格式的遥感影像海量数据快速读取予以验证。实验结果表明,基于内存映射的方式能有效地解决遥感影像海量数据指定内容的快速读取问题。论文还对内存映射的原理以及基于 OpenGL 显示的 ENVI 标准格式遥感影像数据读取程序实现细节进行了描述。

关键词:内存映射;ENVI 标准格式;OpenGL;内存管理

中图分类号:TP333.96

文献标志码:A

引言

随着遥感技术的不断发展,计算机需要处理的遥感影像数据量越来越大,从几 MB 到几百 MB,甚至几十 GB,传统的 I/O 文件读写技术系统显得力不从心。首先,通常情况下文件输入和输出(I/O)是一个耗时的 CPU 阻塞式调用,在复杂情况下必须用独立的线程来操作 I/O,这将会引入同步、等待等问题;其次,文件输入和输出在读取文件时要分配一个与文件大小相同的内存块,而对于一台普通计算机,分配几百 MB 或 1 GB 的内存空间就显得有些奢侈;更重要的是,如果文件非常大,如超过 2 GB,那么传统的文件 I/O 方式将无法定位高于 2 GB 的地址空间。解决上述问题较好的方法是使用内存映射文件(Memory-Mapped Files,MMFs),让 win32 来管理文件 I/O 缓冲器和高速缓冲器,将磁盘文件部分或全部映射到物理内存的一块地址空间,通过此地址空间,可实现应用程序访问磁盘文件如同访问内存一样便捷^[1]。

本文在介绍 ENVI 标准格式影像数据三种存储格式

的基础上,分析了 win32 位系统的内存管理方式及传统 I/O 读写方式在读取超大文件的不足,重点介绍了内存映射方法读取文件的工作原理及其实现,最后通过实验证明内存映射在文件读取方面的可行性,并利用 OpenGL 对读取的影像数据进行对比显示。

1 ENVI 标准格式影像与内存映射原理简介

1.1 ENVI 标准影像格式简介

ENVI 使用的是通用栅格数据格式,包含一个简单的二进制文件(a simple flat binary)和一个相关的 ASCII(文本)的头文件,这也保证了单个 ENVI 栅格文件没有大小上限。ENVI 头文件包含用于读取图像数据文件的信息,它通常创建于一个数据文件第一次被 ENVI 读取时。单独的 ENVI 头文本文件提供关于图像尺寸、嵌入的头文件(若存在)、数据格式及其它相关信息,所需信息通过交互式输入,或自动地用“文件吸取”创建,并且以后可以编辑修改。也可以在 ENVI 之外使用一个文本编辑器生成一个 ENVI 头文件。

ENVI 标准格式影像数据文件存储为二进制的字节

收稿日期:2012-06-18

基金项目:中国地质调查局项目(1212011120226;1212011120227;1212011087084)

作者简介:郭春波(1987-),男,湖北孝感人,硕士生,主要从事高光谱遥感图像智能处理技术方面的研究,(E-mail)guo_cb1987@126.com

流,通常它将以 BSQ (band sequential,按波段顺序储存)、BIP (band interleaved by pixel,按波段像元交叉储存) 或者 BIL (band interleaved by line,按波段行交叉储存) 的方式进行存储。

BSQ 是最简单的存储格式,提供了最佳的空间处理能力。它先将影像同一波段的数据逐行存储下来,再以相同的方式存储下一波段的数据。如果要获取影像单个波谱波段的空间点 (X, Y) 的信息,那么采用 BSQ 方式存储是最佳的选择。

BIP 格式提供了最佳的波谱处理能力。以 BIP 格式存储的影像,将按顺序存储所有波段的第一个像素,接着是第二个像素的所有波段,然后是第三个像素的所有波段,等等,交叉存取直到所有像素都存完为止。这种格式为影像数据波谱 (Z) 的存取提供了最佳的性能。

以 BIL 格式存储的影像,将先存储第一个波段的第一行,接着是第二个波段的第一行,然后是第三个波段的第一行,交叉存取直到所有波段都存储完为止。每个波段随后的行都将按照类似的方式交叉存储。

ENVI 栅格文件必须包含头文件和数据文件两个文件。其中头文件的后缀名为: .hdr, 数据文件的后缀随意,甚至可以不带后缀名。这两个文件是通过文件名来关联,即数据文件和头文件名称一致。

1.2 Win32 虚拟内存管理模式

Win32 系统采用一种基于页 (page - based) 的虚拟内存系统模式,采用 32 位线性地址,该 32 位线性地址分别由页目录 (Page Directory), 页表 (Page Table) 和页 (Page) 共同组成^[2]。页由页表进行管理,而页表由页目录进行管理,每个页目录最多可以有 1024 个页表,每个页表最多可以拥有 1024 个页,他们之间的关系如图 1 所示。系统以页的方式管理所有的内存,每页为 4096 字节,即 4 KB。在 Win32 操作系统中,每个进程拥有属于自己的 4 GB 的逻辑地址空间,其中高 2 GB 地址空间用于系统使用,低 2 GB 地址空间用于进程使用,这就决定了传统的 I/O 无法将指针定位到高于 2 GB 的地址空间。每个进程独立的访问自己的地址空间,不受其他进程的影响,从而增强了进程的健壮性。

1.3 内存映射原理

内存映射文件提供了一种独特的内存管理特征,它允许应用程序通过指针采用类似访问动态内存的方式访问磁盘上的文件。因此,可以在进程地址空间中,将磁盘上的文件部分或者全部映射到特定地址范围,一旦该文件被映射,就像整个文件已经加载到内存一样,就可

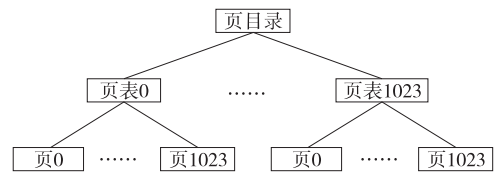


图 1 虚拟内存中的页管理树

以通过指针访问内存映射文件中的内容,从而可以不必对文件执行频繁的 I/O 操作,尤其对大数据量文件来说,这种读取方式效率较高。

内存映射文件分三种情况:(1)可执行文件的内存映射,主要由操作系统自身使用;(2)数据文件的内存映射;(3)借助于系统页面交换文件的共享内存映射。他们之间的相互关系如图 2 所示。系统在进行工作时首先把数据文件的一部分映射到虚拟的地址空间内,但不提交 RAM,存取这段内存指令时会产生一个页面异常,系统捕获到这个异常后,分配一页 RAM,并把它映射到当前进程发生异常的地址处,然后系统把文件中相应的数据读到这个页面中,继续执行刚才产生异常的指令。这就是应用程序自己不需要调用文件 I/O 函数的原因,也是内存映射文件技术的工作机理^[3]。

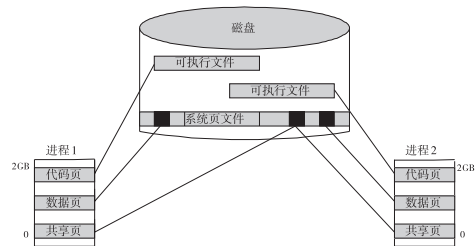


图 2 可执行文件、数据文件和共享内存映射之间的关系

2 基于内存映射的 ENVI 标准格式影像指定块数据快速读取

2.1 数据映射

内存映射实现的五个操作关键函数,其名称和作用分别为: CreateFile, 创建文件内核对象; CreateFileMapping, 创建文件映射内核对象; MapViewOfFile, 用于将文件数据映射到地址空间; UnmapViewOfFile, 用于从进程的地址空间撤销文件数据的映射; CloseHandle, 用于关闭文件映射对象和文件对象。数据映射的一般流程如图 3 所示。

2.2 程序实现

本实验基于 VC++ 6.0 平台,首先利用 CStdioFile 类读取 ENVI 标准格式影像的头文件,获取影像的行数、列数、波段数、数据存储格式、数据类型等头文件信息;

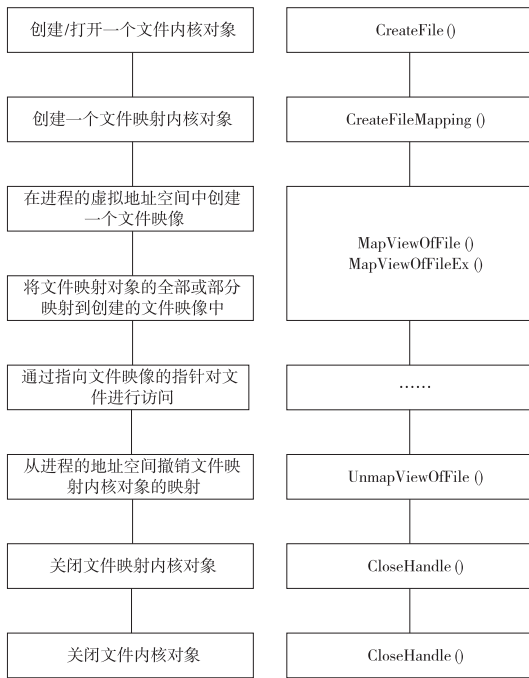


图3 数据映射实现流程图

再利用内存映射的方法映射影像数据文件以获取指定块影像数据。程序实现的流程图如图4所示。程序最主要的函数是 void get_block_data(long startrow, long endrow, long startcol, long endcol, yingshe ys, void * blockdata), 其参数说明如下: startrow, 指定读取原始影像的起始行; endrow, 指定读取原始影像的终止行; startcol, 指定读取原始影像的起始列; endcol, 指定读取原始影像的终止列; Yingshewenjian, 一个如下定义的结构体; blockdata, 按 BSQ 格式存取的指定块影像数据。结构体定义如下:

```

typedef struct {
    long height; //原始影像的行
    long width; //原始影像的列
    long nband; //原始影像的波段数
    int datatype; //原始影像数据的存储大小
    int storetype; //原始影像的数据的存储
    //格式即 BSQ, BIP, BIL
    CString filepathname; //原始影像存储绝对路径
} yingshe;

```

利用本文的方法对德行铜矿区的高光谱遥感影像进行了实验, 实验中分别指定读取了原影像的 1-128、129-256、257-382 行影像数据, 为更直接的体现本实验结果正确性及内存映射方法在数据读取方面的可行性, 利用 OpenGL 将原始及指定块影像的第 3, 11, 25 波段假彩色合成对比, 显示结果如图 5 所示。

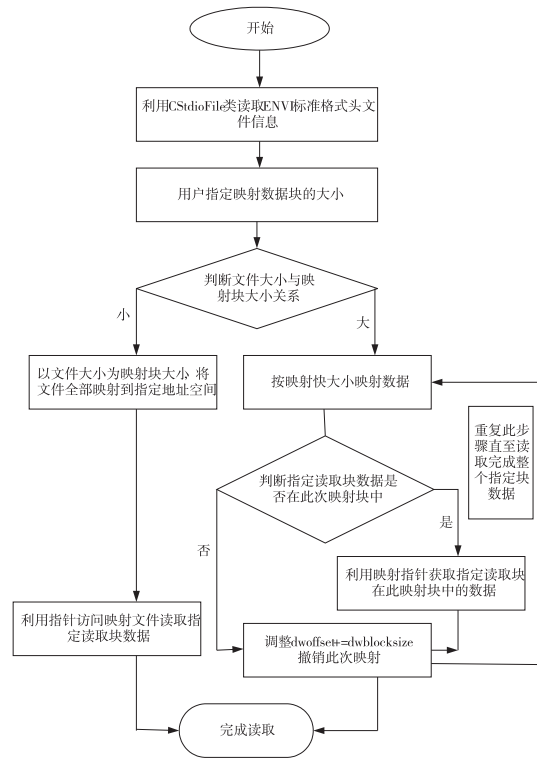


图4 程序实现流程图

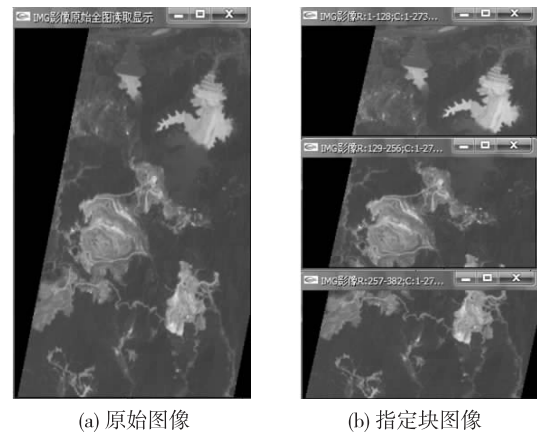


图5 实验结果

3 结束语

为适应遥感影像处理的需求, 本文简单阐述了 ENVI 标准格式文件的存储形式, 剖析了内存映射在大文件读取的原理, 在此基础上通过实践证明了其可行性。在后续应用中发现, 其较传统的 I/O 读写更具高效性, 尤其在读取大数据文件时, 性能更为明显, 与此同时, 还为我们后续的数据处理有效的节省了计算机内存空间。

参考文献:

[1] Jeffery Richer, 著. 王建华, 张焕生, 侯丽坤, 等译. Win-

- dows 核心编程[M].北京:机械工业出版社,1999.
- [2] Virtual memory management-on address[EB/OL].<http://www.chethand.com/pc/diy/neic/2001415-3.php>, 2012-02-10.
- [3] Principle and usement of file mapping in Win95 [EB/OL].<http://www.VCKBASE.com/article/multitask/0014.htm> 2012-02-10.
- [4] 徐光伟,顾景文,阎福礼,等.基于内存映像文件的网络信息安全存取探讨[J].计算机应用研究, 2002,19(7):48-49.
- [5] [美]David J Kruglinski. Visual C++ 6.0 技术内幕[M].4 版.北京:清华大学出版社,1999.
- [6] Microsoft Corp.Microsoft MSDN[DB/OL].<http://www.microsoft.com/msdn,2002.2012-05-10>.
- [7] Dave Shreiner,Mason Woo,Jackie Neider,et al.OpenGL Programming Guide: the Official Guide to Learning OpenGL,Version 2. 5th ed.New York:Pearson Education,Inc,2006.
- [8] Choi K R,Kimk C.T* -tree:a main memory database index structure for real-time application[C].Proc of the 3rd Int'l workshop on Real-time Computing Systems and Application.1996.
- [9] Satty L.The Analytic Hierarchy Process[M].New York: McGraw-Hill,1980.
- [10] 程旭,赵刚,曾博才.数据库中三维模型的内存显示方式[J].四川理工学院学报:自然科学版, 2011,24(2):182-185.
- [11] 荣向军.基于共享存储体的多处理器间数据交换的几种方法[J].电子技术应用,2000(1):10-11,15.
- [12] 姚书怀,刘兴伟.大型数据中心海量数据存储解决方案的设计[J].西华大学学报:自然科学版,2004, 23(S1):27-30.

Quickly Reading of the ENVI Standard Format Specified Data Block Based on Memory-mapping

GUO Chun-bo¹, WANG Mao-zhi², WANG Da-ming³, GUO Ke²

(1. College of Management Science, Chengdu University of Technology, Chengdu 610059, China;

2. Geomathematics Key Lab of Sichuan Province, Chengdu 610059, China;

3. China Geological Survey, Beijing 100037, China)

Abstract: In the light of problems about the large remote sensing image data storage, a method based on memory mapping to read the specified block data fastly is proposed. That the massive data of remote sensing images on the ENVI standard format can be quickly read by this method is verified through OpenGL. The experimental results show that the method based on memory mapping can effectively solve the problem of large data specified content fast reading problems. The memory mapping principle and the read program implementation details which based on OpenGL display ENVI standard format remote sensing image data are described.

Key words: memory-mapping file; ENVI standard format; OpenGL; memory management