

# 基于Java与C++联合编程实现网络环境下 遥感影像的切割算法<sup>①</sup>

谭庆全 (北京市地震局 北京市地震应急保障中心 北京 100080)

毕建涛 (中国科学院对地观测与数字地球科学中心 中国科学院数字地球科学重点实验室 北京 100101)

刘 群 (山东理工大学 电气与电子工程学院 山东 淄博 255049)

**摘要:** 随着GIS与RS的集成、数字地球、信息共享等研究工作的深入开展,如何实现遥感影像在Internet环境下的快速发布就成一项迫切的研究工作。目前比较成功的影像发布方法是将影像重采样、分层切割进而建立影像金字塔存储模型。网络环境下遥感影像的切割算法是解决上述影像金字塔问题的有效途径。首先讨论了以JNI(Java Native Interface)技术为基础实现Java与C++联合编程的一些关键问题。进而,以Java与C++联合编程为基础,实现了面向Internet网络环境的、基于B/S架构的遥感影像切割算法。这种实现方法结合了C++语言在图像处理方面的高效性和Java语言在网络编程方面的优越性,从而为遥感影像的网络快速发布提供了保障。实践证明该方案可行,且算法稳定可靠、易于操作。

**关键词:** 遥感影像 影像切割 Java C++ JNI 联合编程

## Web-Oriented Cutting Algorithm of Remote Sensing Images Based on Java and C++

TAN Qing-Quan (Earthquake Administration of Beijing Municipality, Beijing 100080, China)

BI Jian-Tao (Center for Earth Observation and Digital Earth, Chinese Academy of Sciences, Beijing 100101, China)

LIU Qun (School of Electrical & Electronic Engineering, Shandong University of Technology, Zibo 255049, China)

**Abstract:** With the progress of researches on the integration of Geographic Information System (GIS) and Remote Sensing (RS), digital earth, and information sharing, it has become significant to publish RS images on the Internet. A large image is often extracted into different levels of detail and cut into pieces or tiles to construct a pyramid structure for Web distribution. Therefore, an efficient and flexible cutting algorithm of RS images under the Internet environment is correspondingly expected. In this paper, methods to achieve programming by combining Java with C++ are discussed. The JNI-based combined programming is discussed in four sections, including parameter transfer, call C++ functions in Java, call Java functions in C++, and exception handling. Subsequently, the Web-oriented cutting algorithm of RS images is implemented based on the above combined programming, which makes the rapid Web publication of RS images become easier to accomplish. Tests of the program with a global RS image prove that the design scheme is feasible and the algorithm is efficient, stable, and flexible.

**Keywords:** remote sensing image; image cutting; Java; C++; JNI; combined programming

遥感(RS)技术和地理信息系统(GIS)技术经过最近几十年的发展,已经广泛渗透到国民经济的各个领域。

遥感影像作为GIS中的一种重要数据来源,每天都有大量的数据产生。同时,海量的遥感影像数据又是国

① 基金项目:国家“十一五”计划(2007BA B2 5B 06)。

收稿时间:2009-05-04

家空间数据基础设施、数字地球建设及相关领域研究的重要数据基础,实现其网络共享成为必然的发展趋势。另外,随着网络技术的迅猛发展,人们从网上获取地理信息的需求在日益增长。因而,为了推进 3S 集成、数字地球及信息共享等研究工作的开展,为了更好地为政府或公众提供空间信息服务,如何实现遥感影像在互联网上的快速发布就成为十分重要而又迫切的研究任务<sup>[1-4]</sup>。

目前,比较通用的影像网络发布方法是将影像分层、分块,建立影像金字塔存储模型<sup>[5,6]</sup>。而传统的建立影像金字塔的切割算法一般是由单机版或 C/S 版的程序实现,且一般需要专业操作人员在局域网(LAN)环境下实现。为了便于在 Internet 环境下遥感影像的发布与管理,就需要实现一种基于 B/S 架构的、面向网络环境的影像切割算法。本文将探讨如何以 Java 与 C++ 联合编程为基础实现网络环境下遥感影像的切割算法。

## 1 选用Java与C++的依据

如今,Java 在软件开发领域(尤其是 Web 编程领域)得到了非常广泛的应用。因为 Java 不仅具有很好的跨平台移植的优点,还有许多特性也是其它编程语言无法比拟的,比如:更容易编写没有错误的代码(安全特性)、易于实现多线程编程、易于编写网络应用程序等等<sup>[7]</sup>。但是,没有一种编程语言是完美的,Java 在有诸多优点的同时,同样存在一些缺点或不足:一方面,代码的运行效率较低。在进行某些音频或图像处理、复杂的科学计算时,用 Java 并不是最好的选择。另一方面,如果应用程序需要访问某些特定的系统特性或设备,用 Java 将会非常麻烦,甚至可能是无法实现。而 Java 的这些不足,恰好是 C++ 的优势。尤其是在图像处理方面, C++ 代码执行效率高,有丰富的类库可供程序直接调用。因而,利用 Java 与 C++ 的联合编程来实现影像切割,实现其优势互补,既能保证算法的运行效率又能保证算法易于在 Internet 环境下实现及与其它 Web 程序的集成,将是一种理想的选择。

## 2 联合编程的实现

Java 与 C++ 的联合编程,可以通过多种方法来实现:JNI(Java Native Interface)、JRI(Java Runtime Interface)、J/Direct、RNI(Raw Native Interface)、

Java/COM 集成及 CORBA(Common Object Request Broker Architecture)等。其中 JNI 是 JDK(Java Development Kit)的一部分,它定义了标准的命名和调用准则,提供了在 Java 程序中调用 C++ 实现的本地方法的编程接口。通过 JNI,可以实现 Java 虚拟机中运行的 Java 代码与 C/C++/汇编语言编写的代码或类库间的相互调用。利用 JNI 提供的 API,还可以将 Java 虚拟机嵌入到本地应用程序中,在 Java 程序中对类或对象的所有操作几乎都可以在本地方法中得以实现,从而可以实现 Java 代码与 C++ 代码的无缝集成<sup>[8]</sup>。JNI 的作用可以用图 1 来表示。

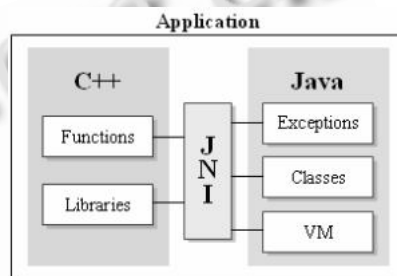


图 1 JNI 功能示意图

### 2.1 参数传递

在 Java 和 C++ 语言之间进行联合编程时,经常需要进行参数值的传递,其前提是建立数据类型的映射关系。对于 Java 中的基本类型,JNI 定义了其与 C++ 类型之间的直接映射关系(如表 1 所示)。这些映射都定义在 jni.h 文件中,所以用 javah 生成的本地 C++ 头文件中都自动添加了包含 jni.h 的语句。对于 Java 中的引用类型(类类型),在 C++ 中要通过 JNIEnv 类型的接口指针为入口进行访问(在第 2.3 节中进行具体讨论)。

表 1 Java 基本类型到 C++ 类型的映射

Java 类型	C++ 类型	存储字节
boolean	jboolean	1(unsigned)
Byte	jbyte	1
Char	jchar	2(unsigned)
Short	jshort	2
Int	jint	4
Float	jfloat	4
Long	jlong	8
double	jdouble	8
Void	void	0

### 2.2 Java 中调用 C++ 的 DLL

通过 JNI 规范,在 Java 中可以直接调用 C++ 实现的 DLL 文件,其实现步骤一般是:

(1) 编写 Java 类代码,实现对本地方法及变量的声明,加载本地共享库;

(2) 编译 Java 类,生成字节代码(\*.class);

(3) 用 javah 生成本地方法的头文件(\*.h);

(4) 在 C++ 中包含该头文件,实现本地方法;

(5) 编译、链接生成 DLL 文件;

(6) 在 Java 程序中调用 DLL 文件中的本地方法。

如果本地方法为 nativeFun(), 共享库为 nativeVC.DLL, 在步骤(1)中用如下 Java 代码来实现:

```
public native void nativeFun();
static {
    System.loadLibrary("nativeVC");
}
```

通过 native 关键字声明的方法为本地方法,在 Java 类中只给出声明,没有实现代码。加载库文件时,不要写扩展名,在 Windows 中为 \*.DLL 文件,在 Linux 中为 \*.SO 文件,系统会自动进行判断。而且,此库文件要放在系统自动搜索的路径范围中。比如,在 Windows 中是当前路径及 PATH 环境变量设置的路径。

根据在 Java 类中声明的本地方法,由 javah 将得到 C/C++ 格式的头文件。在该头文件中本地方法的命名规则为: Java[\_包名]\_类名\_方法名[\_函数签名]。其中,包名和函数签名是可选的。如果声明本地方法的 Java 类在某个包中或该本地方法为重载函数,则会在本地方法名中加上相应的包名或函数签名。这由 javah 编译时自动完成,用户不能更改本地方法的命名;否则,最后在 Java 程序中调用本地方法时会出现异常。

### 2.3 C++ 中调用 Java

利用 JNI, 几乎所有原来在 Java 中对类或对象的操作都可以在本地方法中得以实现。在本地方法中创建、检查及更新 Java 对象,一般通过如下的策略:首先要得到该类,然后根据该类得到其成员的 ID,最后再根据该类的对象、ID 号来访问成员变量或成员函数。

通过 javah 生成的本地方法声明中都自动添加了两个类型的参数: JNIEnv\* 和 jobject(jclass)。第一个参数是 JNIEnv 类型的接口指针,它指向一个函数表,这个表的每一项都对应一个指向 JNI 函数的指针,从而本地方法便可以通过这些 JNI 函数来实现对位于 Java 虚拟机中的类或对象的操作。如果在 Java 中将本地方法声明为静态(static)方法,则第二个参数类型为 jclass,该参数定义了对该 Java 类的引用;一般情况

下则用 jobject 来代表对一个 Java 实例对象的引用,相当于 C++ 中的 this 指针。

### 2.4 异常处理

JNI 提供了一组函数用来处理本地方法中调用 JNI 函数时发生异常的情况。在调用某 JNI 函数时如果发生异常,必须及时进行处理或补救,否则再调用其它 JNI 函数时会使 Java 虚拟机(JVM)崩溃。

一般通过如下步骤来捕获、处理异常:首先,用 ExceptionOccurred()函数判断是否发生了异常;其次,根据异常发生的位置进行相应的处理,或用 ExceptionDescribe()函数显示异常的详细信息;最后,在调用其它 JNI 函数前要用 ExceptionClear()来消除当前的异常信息。

## 3 影像切割算法的实现

### 3.1 影像金字塔模型

由于遥感影像数据量非常庞大,直接将整幅图像发布在网上是不现实的。而且,由于受屏幕分辨率的限制,用户每次只能浏览有限的一个影像区域。因而,也没有必要一次性传给用户过大的图像范围,以免增加服务器和网络负担、加长用户等待的时间。借助影像金字塔存储模型,可以很好地实现遥感影像的快速获取与实时缩放。一般来讲,影像金字塔的建立过程是,以原始影像为最底层(第 0 层),按一定规则重采样生成不同尺度的一层数据,依次进行,生成多级更低分辨率的影像;进一步,将每层影像切割为大小相等的影像切片<sup>[9-12]</sup>。如图 2 所示,给出了 5 层影像金字塔的示意图。

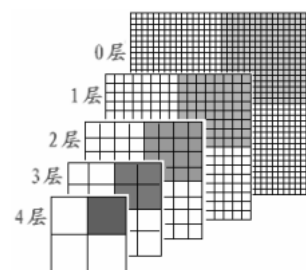


图 2 5 层金字塔示意图

### 3.2 切割算法流程

对于一幅影像,通过切割最后要生成的切片文件可分为两类:一是由原始分辨率影像直接切割生成;

二是将原始分辨率影像重采样生成更低分辨率的影像，进而再切割生成切片文件。其中，重采样时，采样密度的不同就决定了新的一层上影像数据的分辨率。在实际应用中，要综合考虑影像大小、实际需求、算法设计等多种因素，选择合适的采样密度(在程序中可以通过参数设置)。一般情况下，采样密度可取为  $N \times N (N = 2, 3, 4, \dots)$ 。为了保证算法执行效率，重采样以及采样后切片文件的生成均在内存中直接计算完成。在程序中要设定可用的内存大小，每次加载合适数据量的原始数据；对于数据量较大的影像，需要多次加载与计算，直到完成整幅影像处理完成。算法流程图如图 3 所示。

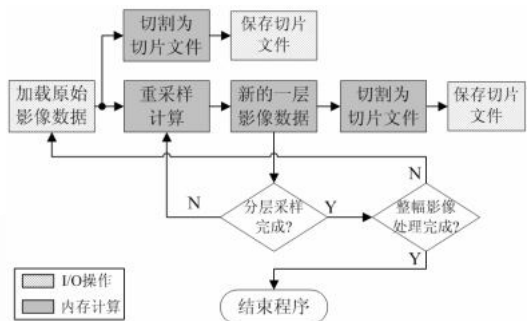


图 3 切割算法流程图

### 3.3 基于 B/S 架构的影像切割程序

本文以 Java 与 C++ 联合编程为基础，实现了上述金字塔模型的构建算法。所有的影像采样、切割、生成切片文件及数据压缩、格式转换、添加水印等其他功能需求均由 C++ 编程实现，并将其封装在 DLL 库文件中。进而，在 Java 程序中利用 JNI 技术调用该 DLL 中的函数并传递相应的参数来完成影像切割。同时，借助网络服务程序(比如 Apache Tomcat)的配置，Java 程序可以直接与 Web 页面集成。从而，实现了在 Internet 环境下、基于 B/S 架构的影像切割。其程序示意图如图 4 所示。

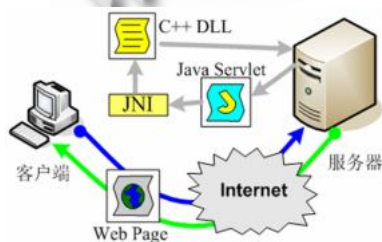


图 4 基于 B/S 架构的影像切割程序示意图

借助该程序，用户可以远程通过 Web 页面控制服务器进行影像切割。只要是能通过 Internet 连接到服务器

的授权用户都可实现服务器上的影像切割，其交互界面就是一个 Web 页面，如图 5 所示。



图 5 用户操作界面图

在程序界面上主要设计了三个功能模块：文件浏览、控制选择与信息显示。文件浏览模块可以实现对服务器上所有文件的浏览，进而选中待处理的影像文件；控制选择模块可以控制影像切割中的一些可选功能(比如上文提到的数据压缩、格式转换、添加水印等)，以及设置相关参数值(比如影像名称、切片大小、采样密度、分配内存大小、水印信息等)；信息显示模块则可以实时显示服务器返回的相关处理信息。

### 3.4 应用示例

本文以一幅全球影像(21600 × 10800 象素，699,857,080 字节，TIFF 格式)为例，以 256 × 256 象素为切片大小，分成 5 层，进行切割，并实现了 Web 发布功能，如图 6 所示。图中所示的图像是由 2 行 × 3 列的切片拼接而成。



图 6 影像网络发布界面

## 4 总结

利用 JNI，可以实现 Java 与 C++ 语言的无缝结合，

实现它们的优势互补,可用来解决一些更加复杂的问题。在使用时,要重视的关键点有参数的传递、JNI函数的调用及异常处理等。Java是跨平台的、可移植的,但是与Java相结合的本地代码不是可移植的,在不同的平台上要对代码进行一定的修改重新编译。另外,在本地方法中调用Java函数时很容易出错,降低了代码的可靠性及安全性。因而,在Java与其它语言联合编程实现更强的功能的同时,在一定程度上牺牲了Java代码的可移植性、稳定性与安全性,在使用时必须给予全面的考虑。

本文以Java与C++联合编程为基础,实现了面向Internet网络环境的、基于B/S架构的遥感影像切割算法。这种实现方式既保证了算法的高效性,又使其易于在网络环境下运行;它以Web页面作为用户与服务器的交互界面,操作简单,对用户无专业知识要求;以浏览器为客户端软件,无需安装插件或其它软件运行环境。从而,可以远程实现服务器上影像数据的管理与发布。

实践证明了本文实现方法的可行性,从而为影像的网络快速发布提供了保障。要更有效地在“3S”集成、数字地球、信息共享等研究领域利用这些影像数据,使之更好地为政府、企业或公众提供服务,还需要在将来的工作中作进一步的研究与探索。

#### 参考文献

- 1 杨超伟,李琦,承继成.遥感影像的Web发布研究与实现.遥感学报,2000,4(1):71-75.
- 2 王密,龚健雅,李德仁.大型无缝影像数据库管理系统的设计与实现.武汉大学学报(信息科学版),2003,28(3):294-300.
- 3 朱江,张立立,宋关福.Internet GIS海量空间数据发布的关键技术.高技术通讯,2006,16(3):286-289.
- 4 熊静,张箐.基于MapServer的遥感影像发布系统的研究.遥感信息,2007,22(1):53-57.
- 5 Yang CW, Wong D, Yang RX, et al. Performance-improving techniques in Web-based GIS. International Journal of Geographical Information Science, 2005, 19(3):319-342.
- 6 刘鹏,毕建涛,曹彦荣,等.遥感影像数据库引擎设计与实现.地球信息科学,2005,7(2):105-110.
- 7 Choudhari P. Java Advantages & disadvantages. [http://arizonacommunity.com/articles/java\\_32001.shtml](http://arizonacommunity.com/articles/java_32001.shtml)
- 8 Sun Microsystems, Inc. Java Native Interface 5.0 Specification, 2004. <http://java.sun.com>
- 9 毕建涛.面向网络共享的地理信息服务研究[博士学位论文].北京:中国科学院地理科学与资源研究所,2005.
- 10 Chi TH, Zhao XF, Chen HB, et al. Research and implementation of the sustainable development information sharing web service system of china. IEEE International Geoscience and Remote Sensing Symposium (IGARSS). 2005.905-907.
- 11 Caldeweyher D. OpenCIS--Open Source GISbased web community information system. International Journal of Geographical Information Science, 2006,20(8):885-898.
- 12 Dunfey RI Towards an open architecture for vector GIS. Computers & Geosciences, 2006,32(10):1720-1731.